This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

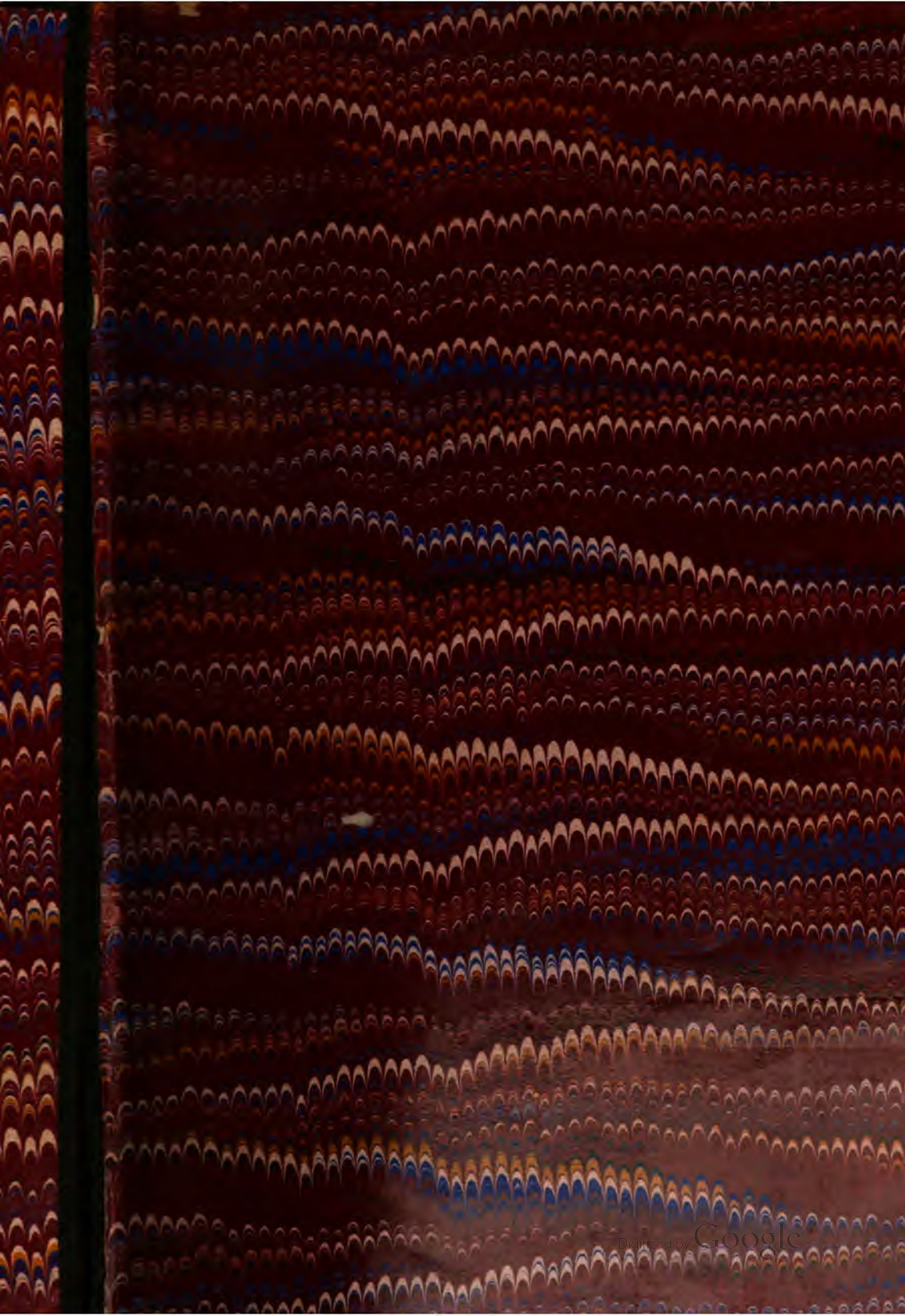
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

GEOLOGY LIBRARY

Class

EARTH SCIENCES LIBRARY


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TSCHERMAKS
MINERALOGISCHE
UND
PETROGRAPHISCHE
MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

F. BECKE.

(NEUE FOLGE.)

VIERUNDZWANZIGSTER BAND.

I. u. II. HEFT.

MIT 28 TEXTFIGUREN.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

WIEN, 1905.

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

I., ROTENTURMSTRASZE 13.

Digitized by Google

Wertvolle geologisch-petrographische Handbücher.

In der Herderschen Verlagshandlung zu Freiburg im Breisgau sind erschienen und können durch alle Buchhandlungen bezogen werden:

Dr. Ernst Weinschenk,

a. o. Professor der Petrographie an der Universität München:

Grundzüge der Gesteinskunde.

Zwei Teile. Gr. 8°.

Früher ist erschienen:

I. **Allgemeine Gesteinskunde** als Grundlage der Geologie. Mit 47 Textfiguren und 3 Tafeln. (VIII und 166 S.) Mk. 4.—; gebunden in Leinwand Mk. 4·60.

Soeben wurde ausgegeben:

II. **Spezielle Gesteinskunde** mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Mit 133 Textfiguren und 8 Tafeln. (VIII und 332 S.) Mk. 9·—; gebunden in Leinwand Mk. 9·70.

„Ein Lehrbuch der petrographischen Geologie wie das vorliegende hat in den letzten Jahrzehnten vollständig gefehlt und man wird dem Verfasser für den vorliegenden Beginn eines solchen dankbar sein. Die Diktion des Buches ist knapp und klar gehalten; es werden mit ausreichenden Literaturangaben alle in neuester Zeit von neuem angeschnittenen Fragen in anregender Weise behandelt . . . . Es bietet das Buch für jeden Anregung und Belehrung in Fülle. . . ." (Petermanns Mitteilungen, Gotha 1904, Heft 5.)

Von demselben Verfasser sind erschienen:

Die gesteinsbildenden Mineralien.

Mit 100 Textfiguren und 18 Tabellen. Gr. 8°. (VIII und 146 S.) Gebunden in Leinwand Mk. 5·60. Die Tabellen apart Mk. 1·60.

Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskops.

Mit 100 Textfiguren. Gr. 8°. (VI und 124 S.) Mk. 3·—; gebunden in Leinwand Mk. 3·50.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in **Wien**.
I., Rotenturmstraße 13.

Lehrbuch der Physik

für die

oberen Klassen der Mittelschulen und verwandter Lehranstalten.

Von

Dr. Karl Rosenberg,

k. k. Professor.

Mit 615 in den Text gedruckten Figuren und einer farbigen Spektraltafel.

Zweite Auflage.

Ausgabe für Realschulen. **Ausgabe für Gymnasien.**

Preis der Ausgabe für Realschulen geheftet 4 K 50 h; gebunden 5 K.
„ „ „ „ Gymnasien „ 4 K 70 h; „ 5 K 20 h.

Hierzu eine Beilage der Herderschen Verlagshandlung zu Freiburg im Breisgau.

Digitized by Google

TSCHERMAKS
MINERALOGISCHE
UND
PETROGRAPHISCHE
MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

F. BECKE.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

(NEUE FOLGE.)

VIERUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 1 KARTE, 8 TAFELN UND 65 TEXTFIGUREN.

WIEN, 1905.
ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,
I., ROTENTURMSTRASZE 13.

Digitized by Google

QE351
T2
G4 no.2
v.24
GEOLOGY
LIBRARY

Digitized by Google

Inhalt.

1. und 2. Heft. Seite

I. Die Skiodromen. Ein Hilfsmittel bei der Ableitung der Interferenzbilder. Von F. Becke. (Mit 20 Figuren im Text) 1

II. Messung des Winkels der optischen Achsen aus der Hyperbelkrümmung. Von F. Becke. (Mit 3 Textfiguren) 35

III. Über einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites aus der Umgebung der Sustenhörner (Mittleres Aarmassiv). Von O. Fischer. (Mit 2 Textfiguren) 46

IV. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. Prof. F. Becke: Über eine neue Methode der Achsenwinkelmessung. — Dr. Koechlin: Über den Coelestin von Häring in Tirol. (Mit 3 Textfiguren.) — Ausstellung: Diamant. Graphit. Graphitoid. Mellit. Whewellit. — J. Morozewicz: Über Beckelith, ein Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium. — F. Cornu: Über den Zeophyllit von Radzein im böhmischen Mittelgebirge. — Ausstellung: Minerale mit seltenen Erden. — F. E. Clotten (Frankfurt a. M.): Die Zinn- und Wolfram-Vorkommen von Nord-Queensland 113

V. Notizen: Wladimir Luczizky: Über die Dispersion der optischen Achsen bei den rhombischen Pyroxenen. — F. Cornu: Enallogene Einschlüsse aus dem Nephelinbasalt von Jakuben in Böhmen 140

VI. Literatur: Neue Bücher 146

3. Heft.

VII. Quarzzwilling nach r = 10. Von V. Goldschmidt in Heidelberg. Vorgetragen in der Monatsversammlung der Wiener Mineralog. Gesellschaft am 6. März 1905. (Mit 2 Tafeln) 157

VIII. Über die Zwillingsgesetze des Quarzes. Von V. Goldschmidt in Heidelberg. (Mit 2 Textfiguren) 167

IX. Berechnung der Positionswinkel φ ρ für veränderte Aufstellung. Von V. Goldschmidt in Heidelberg. (Mit 1 Textfigur) 183

X. Cordierithornfels aus dem Kontakthofe von Rican, s. ö. von Prag. Von A. Pelikan (Prag) 187

XI. Optische Orientierung des Labradors von Labrador. Von Wladimir Luczizky. (Mit 1 Textfigur) 191

XII. Kontraktionsfiguren und regelmäßige Kontraktionsrisse beim Behandeln von Zeolithen mit Säuren. Von F. Cornu. (Mit 1 Tafel und 3 Textfiguren) 199

XIII. Über die chemische Zusammensetzung eines Limburgites, eines phonolithischen Gesteines und einiger Sandsteine aus Paraguay (nach Analysen von A. Lindner). Von L. Milch in Breslau 213

XIV. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. Friedrich Berwerth: Über Nephrit und Jadeit. — Ausstellung: Nephrit, Jadeit und Bildstein. — Besuch des elektrotechnischen Institutes 227

XV. Literatur: Neue Bücher 241

Digitized by Google

4. Heft.

Seite

XVI. Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt XI (Kostenblatt-Milleschau). Nebst Erläuterungen von J. E. Hibsch. Bearbeitet und herausgegeben mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen. Außer der Karte noch mit einer Ansicht des Donnersberges von Süden und 4 Textfiguren 249

XVII. Die salischen Gesteine der Ganggefolgschaft des Essexit im böhmischen Mittelgebirge. Von J. E. Hibsch 299

XVIII. Über den Gabbro aus dem Flysch bei Višegrad in Bosnien und die Verteilung von Fe und Mg in Olivin und rhombischen Pyroxen enthaltenden Gesteinen. Von Dr. Josef Schiller (Wien). (Mit 2 Textfiguren) 309

XIX. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. Reg.-Rat v. Loehr: Mitteilungen über die Fundorte von Seisser Zeolithen. — St. Kreutz: Über die Ausbildung der Krystallform bei Zwillingen von Kalkspat. — Franz Neugebauer: Über eine neue chemische Untersuchung des Dognácskaits. — Ausstellung: Zeolithe von Tirol. — F. Cornu: Neues Kontaktmineral „Hibschit". — Hilda Gerhart: Krystalltracht der Doppelsulfate. — E. Sommerfeldt: Eine Verbesserung am Kondensor. — R. Koechlin: Über den österreichischen Euklas. — Ausstellung: Phenakit. Euklas. Bertrandit. — Besuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. — F. Cornu: Zur Kenntnis des Schlaggenwalder Mineralvorkommens. — Exkursion nach Göttweig 321

XX. Notiz. H. Tertsch: Zur Dispersionsbestimmung 339

XXI. Literatur 342

5. Heft.

XXII. Der Granit von Kössein im Fichtelgebirge und seine Einschlüsse. Von Wladimir Luczizky. (Hierzu Taf. V) 345

XXIII. Über die Veränderungen der Krystalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen. Von Hilda Gerhart. (Mit Taf. VI bis VIII und 4 Textfiguren) 359

XXIV. Versuche über die saure und alkalische Reaktion von Mineralien, insbesondere der Silikate. Von F. Cornu 417

XXV. Literatur: Neue Bücher 434

6. Heft.

XXVI. Physikalisch-chemische Gesetze der Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen. Von J. H. L. Vogt (Christiania.) (Mit 18 Textfiguren) . . . 437

Register 543

Digitized by Google

UNIVERSITY

I. Die Skiodromen.

Ein Hilfsmittel bei der Ableitung der Interferenzbilder.

Von F. Becke.

(Mit 20 Figuren im Text.)

An den Interferenzfiguren doppelbrechender Krystallplatten beteiligen sich zwei Erscheinungen, die voneinander getrennt behandelt werden können: Die Interferenzfarben als Folge des wechselnden Gangunterschiedes oder die isochromatischen Kurven und die dunklen Barren als Folge der verschieden orientierten Schwingungsrichtungen im Gesichtsfeld oder die Isogyren.

Macht man die Platten sehr dünn, so daß im ganzen Interferenzbild der Gangunterschied nur Bruchteile einer Wellenlänge beträgt, so tritt im ganzen Gesichtsfeld nur das Weiß und Grau erster Ordnung auf und die Barren sind die einzige merkliche übrigbleibende Erscheinung. Bei der konoskopischen Untersuchung von guten Dünnschliffen ist dieser Fall die Regel.

Diese Barren sind also das Wesentliche der Interferenzbilder. Trotzdem geben die meisten Darstellungen der Krystalloptik keine ausführliche Auskunft über die Gestalt und Lage der dunklen Barren bei beliebigen Schnittrichtungen; gewöhnlich werden nur die einfachsten Fälle: Schnitt senkrecht auf die optische Achse einachsiger und auf die erste und zweite Mittellinie zweiachsiger Krystalle betrachtet.

Es dürfte daher nicht überflüssig sein, ein Hilfsmittel anzugeben, das Lage und Gestalt der dunklen Barre für jede beliebige Schnittrichtung eines doppelbrechenden Krystalls anzugeben gestattet.

Dieses Ziel wird erreicht durch die Betrachtung der Schwingungsrichtungen doppelbrechender Krystalle in ihrer Projektion auf die Kugel und die Projektion dieser Schwingungsrichtungen in die Fläche des Interferenzbildes. Diese Projektionen der Schwingungs-

Digitized by Google

richtungen des Krystalls in die Fläche des Interferenzbildes bezeichne ich als Skiodromen.

Die Schwingungsrichtungen einachsiger Krystalle.

Die Orientierung der Schwingungsrichtungen folgt bei einachsigen Krystallen sehr einfachen Gesetzen. Für jede Schnittrichtung ist die Schwingungsrichtung der ordentlichen Welle senkrecht zum Hauptschnitt, der außerordentlichen Welle parallel zum Hauptschnitt. Dieses Verhalten kann in Projektion auf eine Kugel dargestellt werden als ein System von Meridian- und Parallelkreisen. Die Pole, in denen die Meridiankreise zusammenlaufen, bezeichnen die Lage der optischen Achse.

Die Schwingungsrichtungen zweiachsiger Krystalle.

Die Orientierung der Schwingungsrichtungen zweiachsiger Krystalle ist etwas komplizierter, aber sie folgt ebenfalls einem bestimmten Gesetz, das von Fresnel abgeleitet wurde. Man legt durch die Richtung, für die die Schwingungsrichtungen zu bestimmen sind, um die beiden optischen Achsen zwei größte Kreise. Die Halbierungslinien der Winkel, welche diese Großkreise oder vielmehr die im Pol der Schnittrichtung an diese Großkreise gelegten Tangenten einschließen, sind die Schwingungsrichtungen. Von diesen entspricht immer eine (α') der rascheren, die andere (γ') der langsameren Welle.

Die Geschwindigkeits-Ellipsen.

Wie von Beer[1]) gezeigt wurde, entsprechen zwei Systeme von Kugel-Ellipsen[2]), die um die Achsenpunkte auf der Kugelober-

[1]) August Beer, Einleitung in die höhere Optik. 2. Auflage bearbeitet von V. von Lang, 1882, pag. 373 u. ff., pag. 309 u. ff. Vgl. auch F. Becke, „Lotos“ XVII, pag. 127, 1897.

[2]) Das sind Linien, welche auf der Kugeloberfläche nach demselben Gesetz um zwei Punkte gezogen werden, wie Ellipsen in der Ebene um ihre Brennpunkte. Die Summe der Bogenabstände jedes Punktes von zwei gegebenen Punkten (den Achsenpolen) ist gleich einem konstanten Wert 2α. Dies ist die große Achse der Kugel-Ellipse. Die kleine Achse 2β steht mit 2α und $2V$ in der Beziehung:

$$\cos\alpha = \cos V \cos\beta.$$

Digitized by Google

fläche beschrieben werden, jener Fresnelschen Regel. D. h. die beiden Kugel-Ellipsen, die für jeden Punkt der Kugel gezogen werden können und welche einerseits den spitzen, andrerseits den stumpfen Achsenwinkel umziehen, durchschneiden einander rechtwinklig und die Tangenten an ihnen geben die Schwingungsrichtungen der beiden Wellen an, die ihre Normale im Schnittpunkte der Ellipsen haben.

Wenn man auf einer Kugel in entsprechenden Abständen die beiden Systeme von Kugel-Ellipsen verzeichnet, die den spitzen und den stumpfen Achsenwinkel umziehen, so bedeckt sich die Oberfläche der Kugel mit einem Netzwerk von Linien, mit dessen Hilfe man leicht für jeden Punkt der Oberfläche die Lage der Schwingungsrichtungen interpolieren kann, gerade so wie das Netz der Meridiane und Parallelkreise am Globus für jeden Punkt die Lage der Weltgegenden angibt.

Die um die Achsenpole auf der Kugel gezogenen Kugel-Ellipsen haben, wie Beer a. a. O. zeigt, die weitere Bedeutung, daß die vom Mittelpunkt zu allen Punkten derselben Kugel-Ellipse gezogenen geraden Linien den Normalen solcher Wellen entsprechen, die sich mit gleicher Geschwindigkeit durch den Krystall bewegen.

Die Schwingungsrichtungen aller dieser Wellen stehen senkrecht auf der zugehörigen Kugel-Ellipse. Wegen dieser Eigenschaft heißen die Kugel-Ellipsen auch Geschwindigkeits-Ellipsen.

In einer in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Studie[1]) wurde gezeigt, wie man diese Geschwindigkeits-Ellipsen berechnen und konstruieren kann, sie sind wesentlich abhängig von dem Winkel der optischen Achsen $2V$.

Man kann unterscheiden:

Meridian-Ellipsen[2]), welche den stumpfen Winkel der optischen Achsen $180—2V$ umziehen und

Äquatorial-Ellipsen[3]), welche den spitzen Winkel der optischen Achsen $2V$ umziehen.

---

[1]) Optische Untersuchungsmethoden. LXXV. Bd. der Denkschr. d. math.-naturw. Klasse d. kais. Ak. d. Wiss. Wien 1904.

[2]) Bei Beer, Geschwindigkeits-Ellipsen zweiter Art.

[3]) Bei Beer, Geschwindigkeits-Ellipsen erster Art.

Digitized by Google

Beim Übergang zu dem optisch einachsigen Krystall ($2V = 0$) werden die Meridian-Ellipsen zu Meridiankreisen, die Äquatorial-Ellipsen zu Parallelkreisen.

Man kann ferner unterscheiden:

α-Ellipsen — deren Tangenten der Schwingungsrichtung der rascheren Welle entsprechen.

γ-Ellipsen — deren Tangenten der Schwingungsrichtung der langsameren Welle entsprechen.

Bei den optisch positiven Krystallen entsprechen sich:

Meridian-Ellipsen — γ-Ellipsen
Äquatorial-Ellipsen — α-Ellipsen

Bei den optisch negativen Krystallen:

Meridian-Ellipsen — α-Ellipsen
Äquatorial-Ellipsen — γ-Ellipsen

In den Figuren sind die α-Ellipsen gestrichelt, die γ-Ellipsen punktiert dargestellt.

Modelle, bestehend aus einer Holzkugel, auf die die Geschwindigkeits-Ellipsen aufgetragen sind, werden am mineralogischen Institut zur Demonstration seit längerer Zeit angewendet. Gypsmodelle mit den eingezeichneten Geschwindigkeits-Ellipsen für verschiedene Werte von $2V$ werden von der Firma Krantz in Bonn in Handel gebracht.

Die Skiodromen.

Um von den auf der Kugel verzeichneten Geschwindigkeits-Ellipsen zu der Orientierung der Schwingungsrichtungen im Interferenzbild zu gelangen, muß man die mit der Krystallplatte in fester Verbindung gedachte Kugel mit den Geschwindigkeits-Ellipsen in die Ebene des konoskopischen Gesichtsfeldes projizieren. Die Projektion erfolgt entsprechend dem Abbeschen Sinussatz nach den Regeln der orthogonalen Projektion.

Die orthogonalen Projektionen der Geschwindigkeits-Ellipsen in das Gesichtsfeld des Konoskops bezeichne ich als Skiodromen. Auf die Skiodromen lassen sich dieselben Unterscheidungen und Benennungen übertragen, die oben für die Geschwindigkeits-Ellipsen angegeben wurden.

Das Netz der Skiodromen ist abhängig von dem Netz der zwei Arten von Geschwindigkeits-Ellipsen, also von $2V$ und von der

Digitized by Google

Orientierung der Konstruktionskugel gegen die Konoskop-Achse oder mit anderen Worten von der Schnittrichtung der untersuchten Platte.

Analytisch sind die Skiodromen ziemlich schwer zu behandeln. Nur in gewissen Projektionsrichtungen, und zwar in den Projektionen auf die drei Symmetrie-Ebenen, vereinfacht sich das Netz so, daß es durch leicht konstruierbare Kurven zweiten Grades (Ellipsen und Hyperbeln) dargestellt werden kann.

Die Ableitung dieser Projektionen habe ich nach den Angaben meines verstorbenen Kollegen Bobek a. a. O. in den Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse der kais. Ak. d. Wiss., 75. Bd. gegeben.

Hier ist es nur nötig, die Resultate anzugeben.

Bezeichnen wir die konstante Winkelsumme für die Meridian-Ellipsen mit $2\alpha'$, für die Äquatorial-Ellipsen mit 2α, so ergeben sich folgende Bestimmungsstücke der Kegelschnitte in den Projektionen auf die drei Symmetrie-Ebenen.

1. Projektion parallel der Achse z. (Vgl. Fig. 1.)
(Schnitt senkrecht auf die erste Mittellinie.)

Die Äquatorial-Skiodromen liefern Ellipsen mit der
in x liegenden großen Achse $a = \sin\alpha$
in y liegenden kleinen Achse $b = \frac{\sqrt{\cos^2 V - \cos^2\alpha}}{\cos V}$

Die Meridional-Skiodromen liefern Hyperbeln mit der
in x liegenden reellen Achse $a' = \cos\alpha'$
in y liegenden imaginären Achse $b' = \frac{\sqrt{\sin^2 V - \cos^2\alpha'}}{\cos V}$.

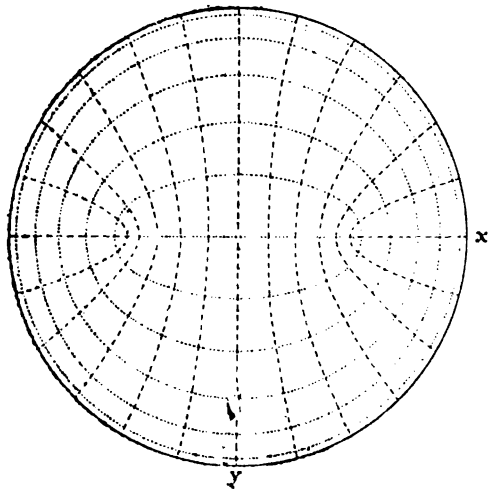
2. Projektion parallel der y-Achse. (Vgl. Fig. 2.)
(Schnitt parallel der Achsenebene.)

Die Äquatorial-Skiodromen liefern Ellipsenstücke mit der
in der x-Achse liegenden großen Achse $a = \frac{\sin\alpha}{\sin V}$
in der z-Achse liegenden kleinen Achse $c = \frac{\cos\alpha}{\cos V}$.

Die Meridional-Skiodromen liefern Ellipsen-Stücke mit der
in der z-Achse liegenden großen Achse $c' = \frac{\sin\alpha'}{\cos V}$
in der y-Achse liegenden kleinen Achse $a' = \frac{\cos\alpha'}{\sin V}$.

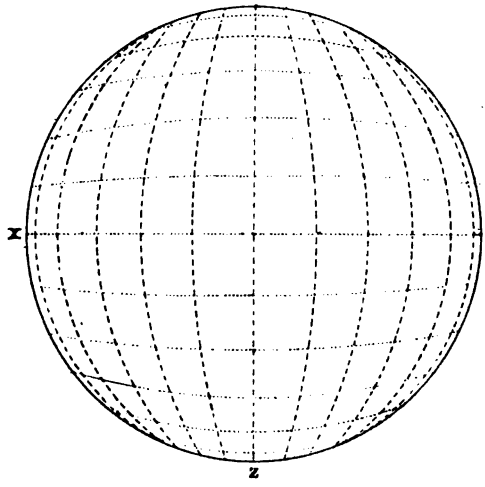
Digitized by Google

Fig. 1.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls, Projektion im Schnitt senkrecht auf die erste Mittellinie. Gestrichelt Meridianskiodromen (α-Skiodromen). Punktiert Äquatorialskiodromen (γ-Skiodromen). $2V = 60°$.

Fig. 2.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls, Projektion im Schnitt parallel der Achsenebene. $2V = 60°$.

Digitized by Google

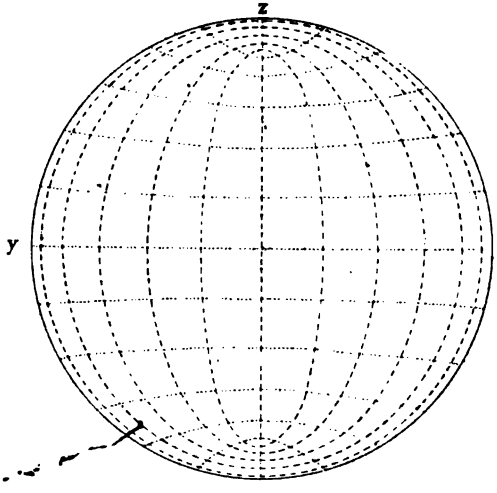
3. Projektion parallel der x-Achse. (Vgl. Fig. 3.)

(Schnitt senkrecht auf die zweite Mittellinie.)

Die Äquatorial-Skiodromen sind Hyperbeln mit der
in der z-Ache liegenden reellen Achse $c = \cos\alpha$
in der y-Achse liegenden imaginären Achse $b = \frac{\sqrt{\cos^2 V - \cos^2\alpha}}{\sin V}$.

Die Meridional-Skiodromen liefern Ellipsen mit der
in der z-Achse liegenden großen Achse $c' = \sin\alpha'$
in der z-Achse liegenden kleinen Achse $b' = \frac{\sqrt{\sin^2 V - \cos^2\alpha'}}{\sin V}$.

Fig. 3.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls. Projektion im Schnitt senkrecht auf die zweite Mittellinie. $2V = 60°$.

Um eine Übersicht über die Änderungen der Schwingungsrichtungen im Gesichtsfeld zu erhalten, müssen so viele Kurven eingetragen werden, daß das Gesichtsfeld davon wie mit einem Gradnetz überspannt wird. Zu diesem Behufe muß man die für jede einzelne Ellipse konstante Winkelsumme 2α oder $2\alpha'$ nach irgend einer Regel variieren lassen.

Als zweckmäßig hat sich herausgestellt, nicht α oder α' als unabhängig variable zu behandeln, sondern als solche den Winkel einzuführen, der der kleineren Achse der Kugel-Ellipse entspricht.

Digitized by Google

Wir wollen ihn mit β bezeichnen. Er ist mit V, α und α' durch die Beziehung verknüpft:

$$\cos\alpha = \cos V \cos\beta, \qquad \cos\alpha' = \sin V \cos\beta$$

Die Ausdrücke für die Konstanten der Skiodromen in den drei Projektionen werden dann:

1. Projektion parallel der z-Achse.

Äquatorial-Skiodromen (Ellipsen) [1])

$$a = \sqrt{1 - \cos^2 V \cos^2\beta}$$
$$b = \sin\beta.$$

Meridian-Skiodromen (Hyperbeln)

$$a' = \sin V \cos\beta$$
$$b' = \operatorname{tang} V \sin\beta.$$

2. Projektion parallel der y-Achse.

Äquatorial-Skiodromen (Ellipsen) [2])

$$a = \sqrt{\frac{1 - \cos^2 V \cos^2\beta}{\sin V}}$$
$$c = \cos\beta.$$

Meridian-Skiodromen (Ellipsen) [2])

$$c' = \sqrt{\frac{1 - \sin^2 V \cos^2\beta}{\cos V}}$$
$$a' = \cos\beta.$$

3. Projektion parallel der x-Achse.

Äquatorial-Skiodromen (Hyperbeln)

$$c = \cos V \cos\beta$$
$$b = \cos V \sin\beta.$$

Meridian-Skiodromen (Ellipsen) [2])

$$c' = \sqrt{1 - \sin^2 V \cos^2\beta}$$
$$b' = \sin\beta.$$

Unter Benutzung dieser Formeln sind die Figuren 1—3 gezeichnet, welche die Skiodromen für $2V = 60^\circ$ darstellen, wobei $\beta = 15, 30, 45, 60, 75^\circ$ angenommen wurde. Wenn die punktierten

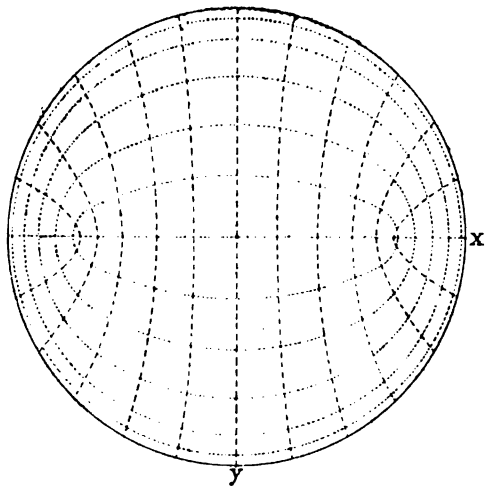
[1]) Für die Rechnung bequemer ist es zuerst aus $\cos\alpha = \cos V \cos\beta$ α zu suchen und die Formel von pag. 5 zu benutzen.

[2]) Auch hier empfiehlt es sich, zuerst α zu berechnen und die Formeln pag. 5 und 7 zu benutzen.

Digitized by Google

Skiodromen den Schwingungsrichtungen der langsameren Wellen entsprechen (γ-Skiodromen), die gestrichelten denen der rascheren (α-Skiodromen), so veranschaulichen die Figuren die Verhältnisse eines optisch negativen Krystalls. Wechselt die Bedeutung der punktierten und gestrichelten Skiodromen, so hat man die Verhältnisse eines positiven Krystalls. Die Figuren 4 und 5 stellen die Skiodromen für $2V = 90°$ dar. Zwischen der Projektion parallel z und x ist hier kein weiterer Unterschied als der, daß die punktierten und

Fig. 4.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls. $2V = 90°$. Projektion im Schnitt senkrecht zur Mittellinie.

gestrichelten Kurven ihre Bedeutung austauschen. Gezeichnet ist der Schnitt senkrecht auf die Mittellinie z.

Ist das Netz der Skiodromen für einen der symmetrischen Schnitte gefunden, so unterliegt es keiner Schwierigkeit, das Netz der Skiodromen auch für beliebige andere Schnittrichtungen zu konstruieren. Die Methoden hiefür sind a. a. O. angegeben.

Ableitung der Isogyren aus den Skiodromen.

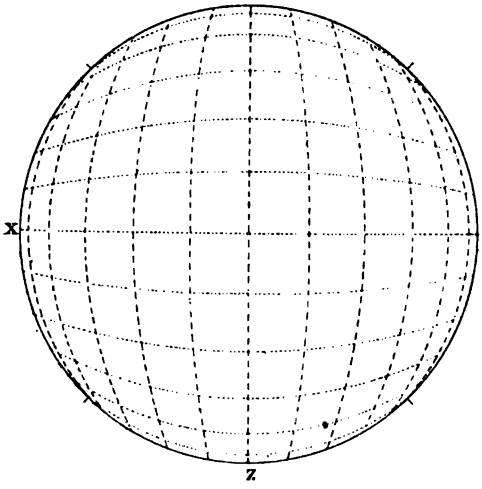
Die vorstehenden Darlegungen setzen uns in den Stand, für jeden beliebigen Schnitt eines Krystalls das Netz der Skiodromen zu zeichnen. Wir erhalten zwei Systeme einander in der Mitte des

Digitized by Google

Gesichtsfeldes rechtwinklig durchsetzender Kurven. Am Rande des Gesichtsfeldes schneiden sich die Skiodromen nicht mehr genau rechtwinklig, hier haben wir zwischen gekreuzten Nikols nicht mehr geradlinig polarisiertes, sondern elliptisch polarisiertes Licht.

Die Größe des zentralen Ausschnittes, die für die Ableitung der Isogyren in Betracht kommt, hängt ab von der Apertur des konoskopischen Apparates und von dem mittleren Brechungsexponenten der untersuchten Platte. Ist die numerische Apertur des

Fig. 5.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen Krystalls. $2V = 90°$. Projektion im Schnitt parallel der Achsenebene.

Konoskops $2A$ und der Brechungsexponent des Krystalls n, so ist $\frac{A}{n}$ der Radius des Ausschnittes, den das Konoskop zu übersehen gestattet.

Die Skiodromen geben nun Aufschluß und Übersicht über die zwischen gekreuzten Nikols auftretenden dunklen Balken (Isogyren): Alle Punkte des Gesichtsfeldes, wo die Tangente oder Normale einer Skiodrome einem der rechtwinklig gekreuzten Nikol-Hauptschnitte parallel geht, gehören der Isogyre an.

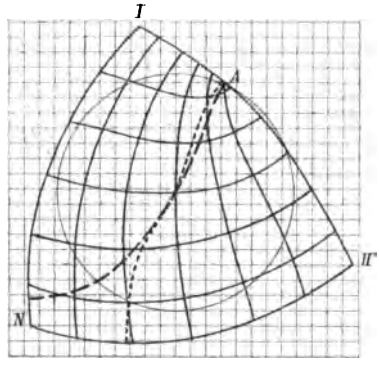
Um praktisch aus dem Skiodromennetz die Isogyre abzuleiten, verwende ich ein auf durchscheinendes Papier gezeichnetes recht-

Digitized by Google

winkliges Gitter. Legt man es über das Netz der Skiodromen, so kann man leicht die Punkte aufsuchen, wo die Skiodromen die Linien des Nikolgitters tangieren. Indem man die gefundenen Punkte durch einen stetigen Linienzug verbindet, erhält man die Isogyre (vgl. Fig. 6).

Indem man das Skiodromennetz unter dem Nikolgitter dreht in derselben Weise, wie im Mikroskop die Platte zwischen feststehenden Nikols gedreht wird, erhält man auch die Verschiebungen

Fig. 6.



Ableitung der Isogyren aus den Skiodromen. N I II ist ein Oktant der Projektionskugel mit dem Skiodromennetz projiziert entsprechend einem schiefen Schnitt eines zweiachsigen Krystalls. I ist erste, II zweite Mittellinie, N optische Normale, A die Achse. Der Kreis entspricht der Apertur des Konoskops (ca. 30°). Das rechtwinklige Gitter entspricht den Nikol-Hauptschnitten. Gestrichelt ist die Partial-Isogyre der Meridian-Skiodromen, punktiert die Partial-Isogyre der Äquatorial-Skiodromen.

und Gestaltveränderungen, welche die Isogyre bei dieser Operation erfährt. Hierbei sind die aufeinanderfolgenden Lagen der Isogyre auf das feststehende Nikolgitter zu verzeichnen.

Bei dieser Ableitung macht man bald die Erfahrung, daß infolge der am Rande nicht mehr rechtwinkligen Durchschneidung der Skiodromen die Isogyren nicht gleich ausfallen, je nachdem man zu ihrer Ableitung die Meridian- oder Äquatorial-Skiodromen benutzt. Man erhält zwei Partial-Isogyren, die in der Mitte des Gesichtsfeldes allerdings sich decken, gegen den Rand hin aber

Digitized by Google

beträchtlich voneinander abweichen und bei einem Gesichtsfeld von 30—40° um viele Grade auseinanderlaufen. Dies unterbleibt dort, wo die Lage der Isogyre durch die Symmetrie festgesetzt ist, sowie in der Nähe der optischen Achsen, wird aber dort sehr auffallend, wo die Skiodromen nur schwach gekrümmt sind, in der Nähe der Mittellinien, der optischen Normalen und der zwischen diesen gespannten optischen Symmetrie-Ebenen.

Auf diese Erscheinungen soll hier nicht weiter eingegangen werden, da sie weiter keine praktische Bedeutung haben; als resultierende Isogyre werden wir in der Folge einfach die mittlere Lage zwischen den beiden Partial-Isogyren annehmen.

Wenn wir die Skiodromen in der Mitte des Gesichtsfeldes mit den Nikol-Hauptschnitten parallel stellen, so geht die Isogyre durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes. Diese Lage der Isogyre soll die zentrale Isogyre heißen. Praktisch finden wir sie in größter Schärfe, wenn wir die Platte in parallelem Licht auf Dunkel einstellen und dann zur konoskopischen Beobachtung übergehen.

Die zentrale Isogyre kann nun entweder gerade oder krumm sein, sie kann im ersten Falle mit einem Nikol-Hauptschnitt zusammenfallen oder mit ihm einen kleineren oder größeren Winkel einschließen. Sie kann bei der Drehung des Tisches verschiedenartige Verschiebungen und Gestaltveränderungen erleiden. Es können unter Umständen zwei getrennte Isogyren auftreten.

Im folgenden soll zunächst eine Übersicht dieser Erscheinungen je nach den möglichen Schnittlagen an einachsigen und zweiachsigen Krystallen gegeben werden.

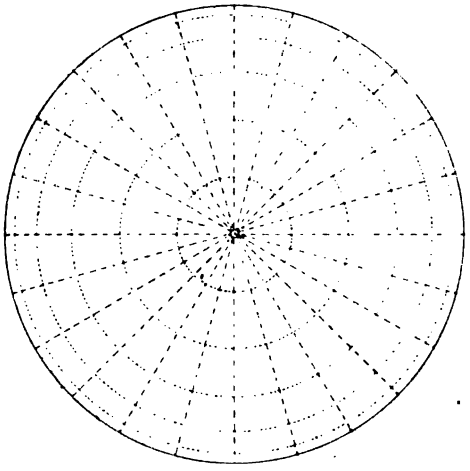
Einachsige Krystalle.

1. Schnitt senkrecht zur optischen Achse (vgl. Fig. 7). Die Ableitung des dunklen Kreuzes, dessen Arme bei Drehung der Platte fest bleiben, bei gleichzeitiger Drehung beider Nikols sich gleichsinnig und gleich rasch mitdrehen, bedarf wohl keines Kommentars.

Ist der Schnitt nicht genau senkrecht zur Achse, aber der Achsenpunkt noch im Gesichtsfeld, so wandert bei Drehung der Platte der Mittelpunkt des Kreuzes um die Mitte des Gesichtsfeldes und die Arme erfahren außer einer Parallelverschiebung auch eine kleine Richtungsänderung, welche allerdings nur bei beträchtlicher

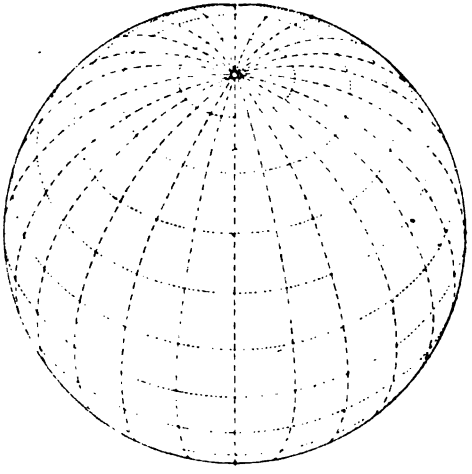
Digitized by Google

Fig. 7.



Skiodromen eines einachsigen negativen Krystalls senkrecht zur Achse.

Fig. 8.



Skiodromen eines einachsigen negativen Krystalls. Schnitt schief zur Achse.

Schiefe des Schnittes und entsprechend großer Apertur des Objektes merklich wird.

2. Schnitte, schief zur optischen Achse (vgl. Fig. 8). Alle derartigen Schnitte verhalten sich insofern ähnlich, als das Skio-

Digitized by Google

dromen-Netz monosymmetrisch ist zum Hauptschnitt. Man kann immer unterscheiden die Meridian-Skiodromen, die nach der Achse zu konvergieren und von denen eine gerade gestreckt durch die Mitte des Gesichtsfeldes zieht, und die Äquatorial-Skiodromen, die mehr oder weniger konzentrisch durch das Gesichtsfeld laufen. Stellt man die zentralen Skiodromen auf Dunkel, so erhält man als zentrale Isogyre einen geraden Balken, der mit einem Nikol-Hauptschnitt parallel läuft und das Gesichtsfeld symmetrisch halbiert. Er fällt mit der Projektion der Achse und mit der zentralen Meridian-Skiodrome zusammen.

An dieser Isogyre kann man zwei Enden unterscheiden. Bei Drehung der Platte verschiebt sich die Isogyre, und zwar in der Weise, daß das eine Ende sich mit der Drehung des benachbarten Tischrandes im gleichen Sinne bewegt: homodromes Ende, während das andere Ende der Bewegung des benachbarten Tischrandes entgegen wandert: das antidrome Ende.

Eine kurze Überlegung läßt erkennen, daß das homodrome Ende sich dort befindet, wo die Äquatorial-Skiodromen ihre Konvexität der Mitte des Gesichtsfeldes zuwenden, während am antidromen Ende die Konvexität nach außen gerichtet ist. Gegen das homodrome Ende konvergieren die Meridian-Skiodromen, gegen das antidrome divergieren sie. Dies gilt ganz allgemein. Bei optisch einachsigen Krystallen ist das homodrome Ende nach jener Seite gerichtet, nach welcher die optische Achse von der Schnittnormalen abweicht.

Bei geringer Schiefe des Schnittes können alle Meridian-Skiodromen als gerade Linien, die Äquatorial-Skiodromen als konzentrische Kurven betrachtet werden. Die Isogyre verschiebt sich dann bei Drehung des Präparates parallel mit sich selbst und mit dem Nikol-Hauptschnitt und bleibt annähernd gerade.

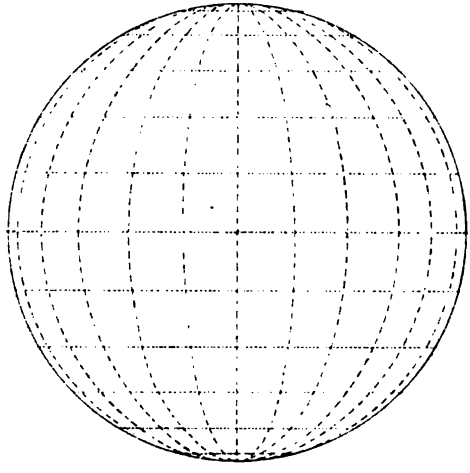
Bei größerer Schiefe sind auch die Meridian-Skiodromen merklich gekrümmt und die Äquatorial-Skiodromen sind nicht mehr konzentrisch, sondern gegen die Achse zu, am homodromen Ende der Isogyre, stärker gekrümmt als am antidromen Ende. Dann erfolgt die Verschiebung des schwarzen Balkens am antidromen Ende rascher als am homodromen und die Isogyre scheint bei der Plattendrehung hin- und herzupendeln. Die in manchen Büchern vorhandene Angabe,

Digitized by Google

daß bei schiefen Schnitten der schwarze Balken einachsiger Krystalle stets gerade durch das Gesichtsfeld wandere, ist unrichtig.

Jeder schiefe Schnitt eines einachsigen Krystalls liefert eine gerade, zentrale, symmetrisch halbierende Isogyre parallel einem Nikol-Hauptschnitt. Dieses Verhalten läßt die Einachsigkeit eines Minerals auch dann mit Sicherheit erkennen, wenn unter den geprüften Durchschnitten keiner sein sollte, der das charakteristische vierarmige Kreuz zeigt.

Fig. 9.



Skiodromen eines einachsigen negativen Krystalls. Schnitt parallel zur Achse.

3. Schnitte parallel zur Achse (vgl. Fig. 9). Die Meridian-Skiodromen treten hier mit sehr flacher doppelter Krümmung auf; der zentralen geraden Meridian-Skiodrome schließen sich beiderseits flach und gegen innen konkav gekrümmte an. In der Achsenrichtung konvergieren sie nach beiden Seiten. Die Äquatorial-Skiodromen erscheinen als eine Schar paralleler Geraden.

Fällt der Hauptschnitt mit der Schwingungsrichtung eines Nikols zusammen, so entsteht ein schwarzes Kreuz, während in den vier Quadranten elliptisch polarisiertes Licht schwache Aufhellung bewirkt. Bei einer kleinen Drehung der Platte muß über das ganze Gesichtsfeld eine schwache Aufhellung erfolgen vermöge der Äqua-

Digitized by Google

torial-Skiodromen. Die Konstruktion der Partial-Isogyren an den Meridian-Skiodromen liefert ein Paar von Hyperbeln von ähnlicher Lage und Gestalt, wie sie von Platten senkrecht zur zweiten Mittellinie zweiachsiger Krystalle bekannt sind.

Die Beobachtung lehrt, daß tatsächlich in der Normalstellung ein verwaschenes schwarzes Kreuz zum Vorschein kommt, das um so deutlicher ist, je größer die Apertur des Objektivs. Man erkennt auch leicht den schärfer begrenzten Achsenbalken und den breiteren verschwommenen Mittelbalken.

Bei einer sehr kleinen Drehung erfolgt die Zerlegung in Hyperbeln, wie die Konstruktion der Isogyren an den Meridian-Skiodromen voraussehen läßt; aber die Hyperbeln sind nicht schwarz, sondern grau und verlieren, noch ehe sie aus dem Gesichtsfeld austreten, sehr rasch an Intensität.

Dieselbe Erscheinung, nur etwas verschoben, tritt auch noch ein in Schnitten, die von der Lage parallel zur Achse um ein Kleines abweichen. Nur der Achsenbalken geht dann durch die Mitte des Gesichtsfeldes, der Mittelbalken ist seitlich verschoben.

Achsenbalken und Mittelbalken sind nicht nur durch die symmetrische Lage des ersteren und durch seine schärfere Begrenzung, sondern auch dadurch voneinander unterscheidbar, daß beim Übergang vom Kreuz zum Hyperbelpaare der Achsenbalken sich homodrom, der Mittelbalken antidrom verhält.

Anfänger werden oft bei Dünnschliffuntersuchungen durch dieses Interferenzbild irregeführt, indem Schnitte parallel der optischen Achse einachsiger Kystalle für solche senkrecht zu einer Mittellinie eines zweiachsigen genommen werden.

Zweiachsige Krystalle.

A. Schnitte senkrecht auf die optischen Symmetrie-Achsen.

1. Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie. Das Skiodromennetz entspricht dem Mittelteil der Figur 1; es erfährt auch bei einer kleinen Abweichung der Schnittlage keine wesentliche Veränderung.

Läßt man die Achsenebene mit einem Nikol-Hauptschnitt zusammenfallen, so erhält man ein schwarzes Kreuz. An diesem Kreuz sind zu unterscheiden der Achsenbalken und der Mittelbalken. Dieser ist, namentlich dort, wo er die Achsenpole durchsetzt, schärfer begrenzt

Digitized by Google

als jener. Der Mittelbalken erscheint um so verschwommener, je größer der Achsenwinkel. Der Verlauf der Skiodromen läßt dieses Verhalten sofort erkennen. Zwischen beiden tritt aber noch ein anderer Unterschied hervor, der die beiden Balken mit Sicherheit unterscheiden läßt, auch wenn die Achsenpunkte nicht mehr im Gesichtsfeld liegen: Bei der Drehung der Platte geht das dunkle Kreuz in zwei hyperbelähnliche Kurven über. Daß hier die Isogyre zwei Äste hat, folgt aus dem verschiedenen Krümmungssinn der Meridian-Skiodromen und daraus, daß die Äquatorial-Skiodromen nach zwei entgegengesetzten Seiten konvergieren.

Das dem Achsenbalken entsprechende Ende der Hyperbel verhält sich homodrom[1]), das dem Mittelbalken entsprechende antidrom.

2. Schnitte senkrecht zur zweiten Mittellinie verhalten sich ganz ähnlich, nur liegen bei der üblichen Apertur der Mikroskop-Objektive die Achsenpole außerhalb des Gesichtsfeldes. Bei großem Achsenwinkel ist es oft gar nicht leicht zu unterscheiden, ob ein Schnitt senkrecht zur ersten oder zweiten Mittellinie getroffen hat. Liegen Schnitte beiderlei Art vor und ist ein Vergleich möglich, so ist die Entscheidung zu treffen unter möglichster Berücksichtigung folgender Momente:

a) Bei gleicher Drehung des Tisches, ausgehend von der Kreuzstellung, weichen die Hyberbelscheitel in der Interferenzfigur der zweiten Mittellinie weiter voneinander ab.[2])

Dies ergibt sich aus der flacheren Krümmung der Skiodromen in der Projektion senkrecht zur 2. Mittellinie. Aus dem gleichen Umstand folgt:

b) Sowohl Achsenbalken als Mittelbalken sind in dem Bild der zweiten Mittellinie verschwommener.

---

[1]) Dieses Ende wandert rascher als die Tischdrehung, wenn die Achsenpunkte schon außerhalb des Gesichtskreises liegen. Liegen die Achsenpole gerade am Rande des Gesichtsfeldes, so folgt das dem Achsenbalken entsprechende Ende der Hyperbel genau der Tischdrehung. Liegt der Achsenpol innerhalb des Gesichtsfeldes, so wandert dieses Ende der Isogyre langsamer als die Tischdrehung, aber immer noch im selben Sinne.

[2]) Vgl. hierüber: M. Levy et Lacroix: Minéraux des Roches. Paris 1888, pag. 90 ff.

Digitized by Google

c) Der Gangunterschied im Schnitt senkrecht zur zweiten Mittellinie ist bei gleicher Plattendicke größer als im Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie. Der Gangunterschied kann nach der Höhe der Interferenzfarbe geschätzt oder mittelst eines Komparators oder Kompensators gemessen werden. Gleiche Dicke der beiden Schnitte wird vorausgesetzt, oder die Dicke *(d)* muß gemessen und aus dem Gangunterschied (Γ) nach der Formel $\Gamma = d(\gamma' - \alpha')$ der Unterschied der Brechungsexponenten $(\gamma - \beta)$ und $(\beta - \alpha)$ ermittelt werden. Dieses Mittel ist aber nicht ohneweiters anwendbar in Schnitten, welche von der Rechtwinkeligkeit auf den Mittellinien merklich abweichen.

3. Schnitte senkrecht zur optischen Normale (vgl. die Figuren 2 und 5). Diese Schnitte, sowie alle, die dieser Lage nahe kommen, geben sehr undeutliche Isogyren; bei Krystallen mit $2V = 90°$ kann es überhaupt zur Bildung von erkennbaren Isogyren nicht kommen, da die Skiodromen im Gesichtsfelde der üblichen Objektive ein rechtwinkeliges Gitter darstellen.

Ist indessen der Achsenwinkel klein, so entsteht doch eine Andeutung eines schwarzen Kreuzes in der Normalstellung. Bei Drehung der Platte zeigt sich auch hier Auflösung des Kreuzes in zwei Hyperbeln, und zwar derart, daß der Kreuzbalken, der in die Richtung der ersten Mittellinie fällt, den homodromen, der andere den antidromen Enden der beiden Hyperbeläste entspricht. Daß dies der Fall ist, davon kann man sich bei jedem Spaltblättchen von Gyps überzeugen.

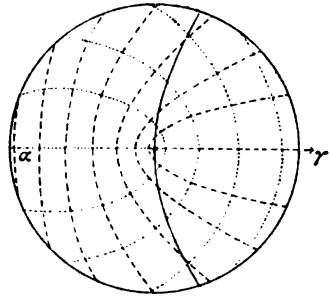
Die Erscheinung läßt sich aus der Figur so ableiten, daß man die meridionalen Skiodromen allein berücksichtigt. Sie sind die stärker gekrümmten und lassen bei einer sehr kleinen Verdrehung der Nikol-Hauptschnitte gegen die Symmetrie-Linien der Figur die Entstehung der Hyperbeln leicht konstruieren. Die als eine Schar fast geradliniger Parallelen erscheinenden Äquatorial-Skiodromen bewirken bei der angenommenen Drehung nur die Verbreitung einer allgemeinen schwachen Aufhellung im ganzen Gesichtsfelde wie bei den entsprechenden der Achse parallelen Schnitten einachsiger Krystalle.

Unter den zufälligen Durchschnitten zweiachsiger Krystalle in Dünnschliffen werden Schnitte, die genau die in 1, 2 und 3 besprochene Lage haben, nur selten vorkommen; häufig dagegen solche, die sich der geforderten Lage nähern. Dann wird in der Normalstellung der Mittelpunkt des dunklen Kreuzes nicht in der Mitte des

Digitized by Google

Gesichtsfeldes liegen, der Achsenbalken und der Mittelbalken das Gesichtsfeld nicht symmetrisch teilen. Insbesondere die seitliche Lage des Achsenbalkens in Schnitten, die das Interferenzbild der ersten Mittellinie zeigen, ist selbst bei kleiner Abweichung noch mit großer Schärfe wahrzunehmen; weniger sicher ist die Beurteilung beim Mittelbalken. Das Vorkommen eines solchen exzentrischen Kreuzes ist ein sicheres Kennzeichen zweiachsiger Krystalle. Bei einachsigen Krystallen kann das schwarze Kreuz in Schnitten nahezu parallel der Achse nur bezüglich des Mittelbalkens exzentrisch werden.

Fig. 10.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls, Schnitt senkrecht zu einer der optischen Achsen. Nur der Mittelteil der Konstruktionskugel ist gezeichnet, der das Gesichtsfeld des Konoskops erfüllt. Man beachte, daß die Isogyre in Diagonalstellung ihre konvexe Seite der ersten Mittellinie zukehrt. Die Meridian-Skiodromen innerhalb der Höhlung der Hyperbel entsprechen der Schwingungsrichtung der rascheren Welle α'.

B. Schnitte senkrecht auf einer optischen Symmetrieebene.

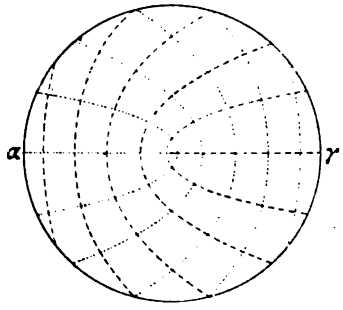
4. Schnitt senkrecht auf die Achsenebene. Unter diesen Schnitten sind jene senkrecht oder nahezu senkrecht auf eine der optischen Achsen die wichtigsten. Fig. 10 zeigt die Skiodromen für einen optisch negativen Krystall, Fig. 11 für einen neutralen mit dem Achsenwinkel von 90°. In beiden Fällen erhält man einen einzigen dunklen Balken, der bei Drehung des Tisches immer im Gesichtsfeld bleibt. Beide Enden verhalten sich antidrom. In der Normalstellung ist die Isogyre gerade gestreckt und parallel einem Nikol-Hauptschnitt, sie gibt die Lage der Achsenebene an. Sie teilt das Gesichtsfeld symmetrisch, vorausgesetzt, daß der Schnitt genau senk-

Digitized by Google

recht zur Achsenebene liegt. Bei den zufälligen Schnitten im Dünnschliff ist das nur selten der Fall. Häufiger wird die Isogyre gerade gestreckt neben der Mitte des Gesichtsfeldes liegen.

Von Bedeutung ist die Form der Isogyre in der Diagonalstellung. Die Konstruktion an Fig. 10 zeigt, daß sie die Gestalt einer Hyperbel annimmt, die der ersten Mittellinie ihre konvexe Seite zukehrt. Die Krümmung wird um so flacher, je mehr sich $2V$ dem Werte 90° nähert, und endlich bei diesem Grenzwert geht sie in eine gerade Linie über, die unter 45° Neigung gegen die Nikol-Hauptschnitte senkrecht zur Achsenebene verläuft (vgl. Fig. 11). Die

Fig. 11.



Skiodromen eines neutralen optisch zweiachsigen Krystalls ($2V = 90°$) im Schnitt senkrecht zur optischen Achse. In Diagonalstellung ist die Isogyre ein gerade gestreckter Balken.

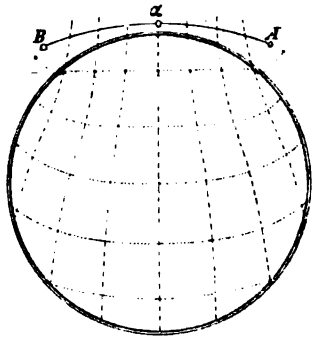
Gestalt der Isogyre ist noch bei einer beträchtlichen Abweichung des Schnittes von der Lage senkrecht zur Achse zu erkennen. Sie liefert ein ausgezeichnetes, bisher, wie es scheint, noch nicht ausgenutztes Mittel, um den optischen Charakter des Krystalls zu ermitteln.

Schnitte, welche die Ebene der optischen Achsen zwischen einer Achse und einer Mittellinie treffen, werden sich ähnlich verhalten wie schiefe Schnitte eines optisch einachsigen Krystalls: sie geben eine gerade Isogyre parallel einem der Nikol-Hauptschnitte mit einem der Achse zugewendeten homodromen und einem der Mittellinie zugewendeten antidromen Ende. Nur in dem seltenen Falle eines Schnittes genau senkrecht zur Achsenebene wird die Isogyre symmetrisch durch die Mitte des Gesichtsfeldes laufen. In Schnitten, annähernd senkrecht zur Achsenebene, liegt die gerade Isogyre parallel

Digitized by Google

zum Nikol-Hauptschnitte seitwärts vom Mittelpunkt, die zentrale Isogyre dagegen schief zum Nikol-Hauptschnitte oder sie ist gekrümmt. Wegen der verhältnismäßig raschen Änderung im Krümmungsgrade der quer zur Achsenebene verlaufenden Skiodromen läuft das antidrome Ende rascher als das homodrome und bei der Tischdrehung pendelt jenes auffallender hin und her als bei einachsigen Krystallen. In der Normalstellung fällt die Isogyre in die Richtung der meridionalen Skiodromen bei Schnitten zwischen der Achse und der zweiten Mittellinie, dagegen in die Richtung der äquatorialen Skiodromen bei Schnitten innerhalb des spitzen Achsenwinkels. Die letzteren

Fig. 12.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls im Schnitt senkrecht auf der Ebene αβ, 45° mit α und β einschließend.

Schnitte lassen bei einigermaßen kleinen Achsenwinkeln im Gesichtsfeld außer der Achse auch die Mittellinie erkennen. Bei den ersteren wird unter Umständen nur die Achse oder nur die Mittellinie oder keines von beiden im Gesichtsfeld sichtbar sein. Hat man eine wirksame Winkelöffnung des Objektivs von ca. 30°, so ist es unmöglich, daß symmetrische Schnitte im Bereich des spitzen Achsenwinkels auftreten, in denen nicht entweder die Achse oder die Mittellinie sichtbar sein sollte.

5. Schnitte senkrecht auf die Ebene durch die optische Normale und die erste Mittellinie. Fig. 12 zeigt den Verlauf der Skiodromen in dem Schnitte, dessen Normale 45° mit der Mittellinie einschließt. Die Meridian-Skiodromen konvergieren gegen die Richtung der ersten Mittellinie. Die Äquatorial-Skiodromen laufen in gegen

Digitized by Google

die Mittellinie konkaven Bögen durch das Gesichtsfeld. Die zentrale Isogyre teilt das Gesichtsfeld symmetrisch und ist gestreckt im Sinne der Meridian-Skiodromen. Das der Mittellinie zugewendete Ende ist homodrom, das der Normalen zugewendete antidrom. Das erstere bewegt sich rascher als das letztere, am langsamsten aber bewegt sich der mittlere Teil. Gegen die Mittellinie zu stellt sich eine Verbreiterung ein, ja bei entsprechend großer Apertur tritt sogar in der Normalstellung die Andeutung eines quer liegenden dunklen Balkens auf, der Ähnlichkeit zeigt mit einem seitlich verschobenen Achsenbalken. In der Tat durchsetzt die Äquatorial-Skiodrome $\beta = 15^0$ nahezu geradlinig das Gesichtsfeld, während die Projektion der Achsenebene einer gegen die Mitte konkaven Skiodrome entspricht. Es ist also das dunkle Kreuz der Mittellinie vom richtigen Ort der ersten Mittellinie verschoben gegen die optische Normale.

Die hier auftretende zentrale symmetrische Isogyre unterscheidet sich von der ähnlichen Isogyre eines Durchschnittes senkrecht zur Achsenebene durch das raschere Wandern des homodromen Endes. Dieser Unterschied verwischt sich zwar mit der Annäherung an die optische Normale, indem hier auch das der Mittellinie zugewendete homodrome Ende der Isogyre langsamer wandert als das der Normalen zugewendete antidrome. Dafür wird aber die Isogyre im ganzen immer verwaschener und undeutlicher.

Die mit der zentralen Isogyre gleichgerichteten Schwingungsrichtungen entsprechen den rascheren Wellen (α') bei negativen, den langsameren Wellen (γ') bei positiven Krystallen.

6. Schnitte senkrecht auf die Ebene durch die optische Normale und die zweite Mittellinie. Das Skiodromennetz zeigt Fig. 13. Es nähert sich so sehr einem rechtwinkeligen Gitter, daß selbst bei großer Apertur des Objektivs nur verwaschene Andeutungen von Isogyren zustande kommen. Wesentlich ist wieder ein zentraler symmetrischer Balken, der aber hier im Sinne der Äquatorial-Skiodromen gestreckt ist. Bei Annäherung des Schnittes an die zweite Mittellinie erscheint, schon bevor der Ort der Mittellinie selbst ins Gesichtsfeld tritt, infolge der geringen Krümmung der hier in Betracht kommenden Stücke der Meridian-Skiodromen ein Querbalken, der der Richtung der Achsenebene parallel geht und in der Durchkreuzung mit dem symmetrischen Balken die Spur einer Mittellinie vortäuscht, lange ehe diese selbst ins Gesichtsfeld tritt. Die Abweichung

Digitized by Google

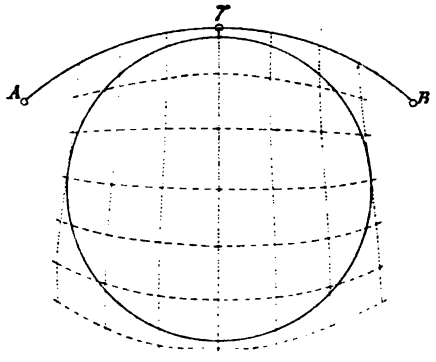
dieses scheinbaren Ortes der Mittellinie vom wahren Ort ist hier beträchtlicher als in Schnitt 5 wegen der bedeutenderen Größe des Achsenwinkels AB' im Vergleich zu AB.

Beim neutralen Krystall ($2V = 90^0$) verhalten sich die Schnitte 5 und 6 ganz gleich.

C. Schiefe Schnitte.

Schiefe Schnitte, welche weder auf einer der drei optischen Symmetrie-Achsen noch auf einer der drei optischen Symmetrie-Ebenen senkrecht stehen, kommen naturgemäß unter den zufälligen Schnitten der Dünnschliffe am häufigsten vor. Sie haben alle eine

Fig. 13.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls im Schnitt senkrecht auf der Ebene $\gamma\beta$, 45^0 mit γ und β einschließend.

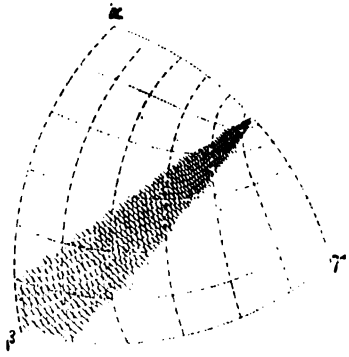
gemeinsame, diagnostisch höchst wichtige Eigenschaft, die sonderbarer Weise in keinem der in letzter Zeit so häufig erschienenen Anleitungen zum Gebrauche des Mikroskops erwähnt wird: Die zentrale Isogyre geht bei schiefen Schnitten zweiachsiger Krystalle unter irgend einem schiefen Winkel gegen die Nikol-Hauptschnitte durch das Gesichtsfeld. Dieser Winkel wird 45^0 und die Isogyre erscheint als gerader Balken bei dem neutralen Krystall mit $2V = 90^0$ in einer Reihe von Schnitten, deren Normalen in die beiden Großkreise zwischen der optischen Normalen und den beiden optischen Achsen fallen. Fig. 14 bringt die Skiodromen für einen solchen Schnitt am neutralen Krystall zur Darstel-

Digitized by Google

lung, Fig. 15 einen ähnlichen Schnitt an einem negativen Krystall mit $2V = 60°$.

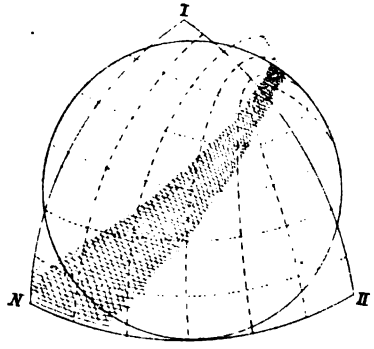
Das Zutreffen der schiefen zentralen Isogyre ist ein sicherer Beweis der Zweiachsigkeit und ermöglicht die Entscheidung auch in

Fig. 14.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen neutralen Krystalls ($2V = 90°$). Schiefer Schnitt zwischen Achse und Normale. Die zentrale Isogyre verläuft geradlinig und diagonal.

Fig. 15.



Skiodromen eines optisch zweiachsigen negativen Krystalls ($2V = 60°$). Schiefer Schnitt zwischen Achse und Normale. Zentrale Isogyre krumm, schließt mit den α-Skiodromen den kleineren Winkel ein.

jenen nicht seltenen Fällen, wo nur wenige Durchschnitte vorhanden sind, unter denen vielleicht keiner die besonderen günstigen Lagen senkrecht zu einer der optischen Achsen oder Mittellinien aufweist.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Beurteilung unter Umständen schwierig werden kann. Namentlich sind Schnitte in der

Digitized by Google

Nähe der optischen Normalen und in der Nähe der beiden Normalenebenen wegen der Verwaschenheit der Isogyre ungünstig. Ferner kann die Entscheidung bei kleinem Achsenwinkel bisweilen delikat werden, da der Unterschied solcher Krystalle und einachsiger in Schnitten, deren Normalen mit der ersten Mittellinie einen großen Winkel einschließen, recht gering werden kann.

Aber es gibt zahllose Fälle, wo diese einfache optische Reaktion nützliche Dienste leistet. Zum Beispiel ist die Unterscheidung von Quarz und Feldspat fast bei jedem Durchschnitt mit Sicherheit zu machen.

Die Haupttypen der Isogyren, abgeleitet aus den Haupttypen des Skiodromen-Netzes.

Es mag nicht überflüssig erscheinen, die verschiedenen Hauptformen des Skiodromennetzes und die entsprechenden Typen der Isogyren hier zusammenzustellen.

Zumeist lassen sich die beiden Systeme von Skiodromen voneinander dadurch unterscheiden, daß das eine aus weniger stark gekrümmten, das andere aus stärker gekrümmten Kurven besteht. Die ersteren mögen Längs-Skiodromen genannt werden, die letzteren Quer-Skiodromen. Wir werden die ersteren in die sagittale Richtung stellen. Der Unterschied spricht sich in dem Verhalten der Isogyre dadurch aus, daß sie im allgemeinen im Sinne der Längs-Skiodromen gestreckt ist.

Zunächst wollen wir die speziellen Fälle ausscheiden, wo die Quer-Skiodromen im Gesichtsfelde geschlossene Kurven bilden: Dann liegt im Gesichtsfeld entweder die Achse eines einachsigen Krystalls mit dem charakteristischen vierarmigen Kreuz oder es erscheint das nicht minder charakteristische Bild der ersten Mittellinie und der beiden optischen Achsen eines zweiachsigen Krystalls. Diese Fälle sind ja genugsam bekannt.

Einen Spezialfall bilden ferner die Schnitte quer zur Achse eines optisch zweiachsigen Krystalls. In bezug auf das Skiodromennetz ist er dadurch ausgezeichnet, daß innerhalb des Gesichtsfeldes der Charakter der Skiodromen sich ändert. Das Skiodromensystem, welches in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes den Charakter von Längs-Skiodromen hat, nimmt in der anderen Hälfte die Eigenart der Quer-Skiodromen an (vgl. die Figuren 10

Digitized by Google

und 11). Die Isogyre ist ein dunkler Balken, der während einer vollen Umdrehung des Präparates im Gesichtsfelde bleibt und bei einer Drehung des Präparates um 90° sich im gleichen Betrage im entgegengesetzten Sinne bewegt.

Nach Ausschaltung dieser Spezialfälle bleiben noch folgende Fälle übrig:

1. Symmetrisches Netz.

In diesem Falle ist eine der Längs-Skiodromen geradlinig und halbiert das Gesichtsfeld symmetrisch. Nach der einen Seite dieser zentralen Skiodrome konvergieren, nach der anderen divergieren die Längs-Skiodromen.

Die zentrale Isogyre fällt mit dem Nikol-Hauptschnitt und mit der geraden symmetrischen Längs-Skiodrome zusammen. Dort, wo die Längs-Skiodromen konvergieren, ist ihr homodromes, wo sie divergieren, ihr antidromes Ende.

Folgende Untertypen sind zu unterscheiden:

a) Die Quer-Skiodromen sind gegen das homodrome Ende stärker gekrümmt, die seitlichen Längs-Skiodromen sind konkav gegen die mittlere [vgl. Fig. 16. Diese und die folgenden Figuren zeigen oben das Skiodromennetz, unten die zentrale Barre, außerdem noch die Lage der Barre nach einer kleinen Drehung des Objekttisches im Uhrzeigersinn (rechts) und entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn (links von der zentralen Barre). Das homodrome Ende der Barren ist immer oben, das heterodrome unten].

Die Isogyre wandert bei Drehung des Objekttisches rascher mit dem antidromen als mit dem homodromen Ende: symmetrische Pendel-Isogyre. Diese Isogyre entspricht dem Achsenbalken des gewöhnlichen zweiachsigen Interferenzbildes.

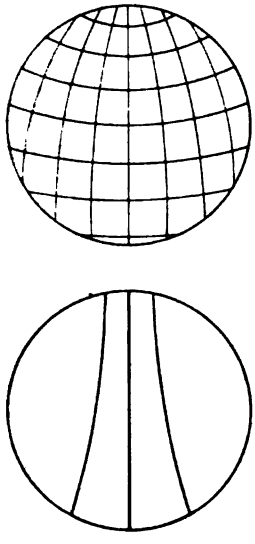
Dieser Typus findet sich bei allen schiefen Schnitten einachsiger Krystalle, ferner bei den Schnitten senkrecht zur Achsenebene zweiachsiger Krystalle. Das homodrome Ende der Isogyre ist der Achse zugewendet.

b) Die Quer-Skiodromen sind gegen das homodrome Ende, wo die Längs-Skiodromen konvergieren, flacher gekrümmt als am antidromen. Die seitlichen Längs-Skiodromen sind konvex gegen die gerade mittlere (vgl. Fig. 17).

Digitized by Google

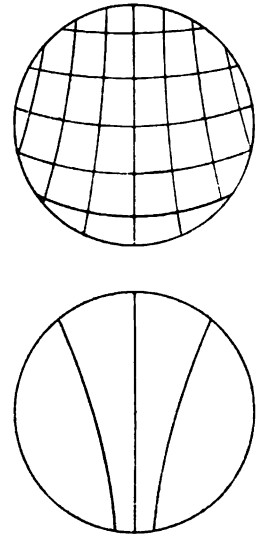
Die zentrale Isogyre ist geradlinig und fällt mit der zentralen Längs-Skiodrome und dem Nikol-Hauptschnitte zusammen. Bei der Tischdrehung wandert das homodrome Ende rascher als das antidrome, sie zeigt Fächerbewegung: symmetrische Fächer-Isogyre. Dieser Typus kommt nur bei zweiachsigen Krystallen vor, und zwar bei Schnitten senkrecht auf eine der optischen Symmetrie-Ebenen durch eine der Mittellinien und die optische Normale. Das

Fig. 16.



Symmetrisches Netz und symmetrische Pendelbarre.

Fig. 17.



Symmetrisches Skiodromennetz mit symmetrischer Fächerbarre.

homodrome Ende ist der Mittellinie zugewendet. Es entspricht dem Mittelbalken des gewöhnlichen zweiachsigen Interferenzbildes.

2. Asymmetrisches Netz.

Die zentrale Längs-Skiodrome ist gekrümmt. Die zentrale Isogyre liegt schief im Gesichtsfeld und macht einen Winkel kleiner als 45° mit jenem Nikol-Hauptschnitt, der in der Richtung der Längs-Skiodromen liegt.

Das homodrome Ende der Isogyre liegt auch hier dort, wo die Längs-Skiodromen konvergieren. Das asymmetrische Netz findet sich nur in schiefen Schnitten zweiachsiger Krystalle. Auch hier sind zwei Unterfälle zu unterscheiden.

Digitized by Google

a) Die Quer-Skiodromen sind am homodromen Ende stärker gekrümmt als am antidromen. Das homodrome Ende der Isogyre wandert bei der Tischdrehung langsamer als das antidrome: asymmetrische Pendel-Isogyre (vgl. Fig. 18).

Dieser Typus findet sich im Raum zwischen Mittellinie, Achse und optischer Normale in den der Achsenebene anliegenden Feldern.

b) Die Quer-Skiodromen sind am homodromen Ende flacher gekrümmt als am antidromen. Das homodrome Ende der Isogyre wandert bei der Tischdrehung rascher: asymmetrische Fächer-Isogyre.

Dieser Typus findet sich zu beiden Seiten der Ebenen zwischen den Mittellinien und der optischen Normale. Er spielt deshalb keine wichtige Rolle, weil auf dem größten Teil jener Felder, namentlich in der Nähe der optischen Normalen, die Krümmung der Skiodromen überhaupt sehr gering, die Isogyren daher sehr verwaschen sind.

Von Interesse ist noch ein Spezialfall:

3. Diagonal-symmetrisches Netz.

Der Unterschied zwischen Längs- und Quer-Skiodromen verwischt sich, beide Systeme sind in gleicher Weise gekrümmt (vgl. Fig. 11).

In diesem Falle erscheint als zentrale Isogyre ein dunkler Balken, der unter 45° gegen beide Nikol-Hauptschnitte geneigt ist. Das homodrome Ende liegt dort, wo die Skiodromen beider Systeme stärker gekrümmt sind.

Typisch ist dieses Netz bei neutralen zweiachsigen Krystallen in Schnitten, die senkrecht stehen auf der Pseudosymmetrie-Ebene zwischen der optischen Achse und der Normale. Ich sage Pseudosymmetrie-Ebene, da die beiden Systeme von Skiodromen trotz symmetrischer Lage zu der Diagonale zwischen den Nikol-Hauptschnitten nicht gleichartig sind: das eine entspricht den rascheren, das andere den langsameren Wellen.

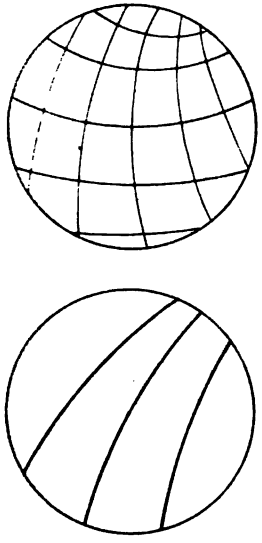
Bei optisch zweiachsigen Krystallen mit kleinerem Achsenwinkel können derartige Netze nur in dem Sinne auftreten, als man das Verhalten in einem kleinen Bereiche betrachtet, also bei Anwendung eines Konoskops von kleiner Apertur. Bei größerem Gesichtsfelde tritt immer eine Änderung im Verlaufe der einzelnen Skiodromen ein und die Isogyre erscheint statt gerade gestreckt in gekrümmter Form.

Digitized by Google

4. Disymmetrisches Netz.

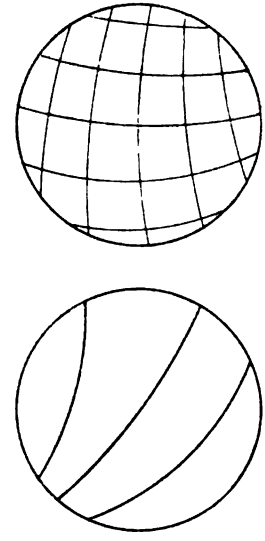
Eine besondere Form tritt an den optischen Symmetrieachsen auf, in typischer Entwicklung an den beiden Mittellinien: Längs-Skiodromen laufen nach zwei Seiten zusammen und sind konkav gekrümmt gegen eine gerade zentrale Skiodrome. Die Quer-Skiodromen sind nach zwei Seiten hin gekrümmt und wenden ihre konvexen Seiten einer geraden mittleren Skiodrome zu, Resultat ist: ein

Fig. 18.



Asymmetrisches Skiodromennetz mit asymmetrischer Pendelbarre.

Fig. 19.



Asymmetrisches Skiodromennetz mit asymmetrischer Fächerbarre.

schwarzes Kreuz, wenn die zentralen Skiodromen mit den Nikol-Hauptschnitten zusammenfallen und ein Zerfallen in zwei gekrümmte Hyperbeläste bei Drehung der Platte. Die Hyperbeläste zeigen dann ihr homodromes Ende dort, wo die Längs-Skiodromen zusammenlaufen (vgl. Mittelteil von Fig. 1, 3, 4).

In der Erscheinung ähnlich sind die der Achse parallelen Schnitte einachsiger Krystalle.

Die vorstehenden Angaben setzen uns in den Stand, jeden beliebigen schiefen Durchschnitt eines zweiachsigen Krystalls nach dem Verhalten seines Interferenzbildes zu prüfen, zu klassifizieren und danach seine Orientierung gegen die optischen Hauptlinien anzugeben.

Digitized by Google

Unterscheidung einachsiger und zweiachsiger Krystalle.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes bezüglich der Unterscheidung optisch einachsiger und zweiachsiger Krystalle mittelst der Interferenzbilder im Konoskop.

Optisch einachsige Krystalle geben im allgemeinen eine gerade symmetrische Barre, an der man ein homodromes der Achse zugewendetes und ein antidromes abgewendetes Ende unterscheiden kann. In besonderen Schnitten erblickt man das vierarmige Kreuz mit den Nikol-Hauptschnitten parallelen Balken oder in der Achse parallelen Schnitten, ein sehr verwaschenes Kreuz, das sich bei Tischdrehung rasch öffnet; der Kreuzbalken mit homodromen Enden geht in der Normalstellung durch die Mitte des Gesichtsfeldes.

Optisch zweiachsige Krystalle geben im allgemeinen eine asymmetrische Barre. Bei zentraler Einstellung schließt sie mit den Nikol-Hauptschnitten einen schiefen Winkel ein. In besonderen Schnittlagen kann eine gerade Barre parallel einem Nikol-Hauptschnitte zustande kommen, wenn im Bereiche des Gesichtsfeldes eine der optischen Symmetrie-Ebenen liegt. In der Regel geht diese gerade Barre nicht durch die Mitte des Gesichtsfeldes, sondern liegt seitlich davon, nur wenn der Schnitt genau senkrecht steht auf der Symmetrie-Ebene, liegt die gerade Barre zentral. Auch bei solcher Lage ist die Zweiachsigkeit sichergestellt, wenn sich bei der Tischdrehung das homodrome Ende rascher bewegt als das antidrome (Fächerbarre). Bei symmetrischer Pendelbarre ist Verwechslung mit einachsigen Schnitten möglich. Doch genügt der Vergleich von zwei oder drei Durchschnitten zur Vermeidung dieser Täuschung.

In besonderen Schnittlagen erscheinen die charakteristischen Bilder der optischen Achse mit antidromer einfacher Barre oder die Bilder von Achse und Mittellinie oder endlich das Kreuz der Mittellinie allein. Verwechslung mit einem der Achse parallelen Schnitt eines einachsigen Krystalls wäre hier möglich, wird aber in der Regel dadurch vermeidbar, daß der Achsenbalken (mit homodromen Enden) nicht notwendig durch die Mitte des Gesichtsfeldes läuft, wie bei einachsigen.

Digitized by Google

Erkennung des Charakters der Doppelbrechung.

A. Einachsige Krystalle.

Die Erkennung des positiven oder negativen Charakters der Doppelbrechung ist bei einachsigen Krystallen stets möglich, wenn auch nur ein einziger Schnitt vorliegt. Wie die Bestimmung vorgenommen wird, wenn das Bild der optischen Achse im Gesichtsfeld liegt, kann als bekannt vorausgesetzt werden.

In einem schiefen Schnitt, der eine gerade, zentrale Pendelbarre liefert, bringt man die Barre in sagittale Lage mit dem homodromen Ende nach hinten und schaltet ein Gypsblättchen in Regelstellung[1]) ein. Die Interferenzfarbe

steigt rechts von der Barre bei negativen,
„ links „ „ „ „ positiven

Krystallen.

Bei Schnitten, die dem Parallelismus mit der Achse soweit nahe kommen, daß in der Normalstellung ein schwarzes Kreuz sichtbar wird, ermittle man durch kleine Drehungen des Objekttisches die Lage des Achsenbalkens (seine Enden sind homodrom) und bringe diese Richtung in die Diagonalstellung von links hinten nach rechts vorn. Bei Kombination mit dem Gypsblättchen in Regelstellung

steigt die Interferenzfarbe bei negativen Krystallen,
fällt „ „ „ positiven Krystallen.

B. Zweiachsige Krystalle.

Zur sicheren Erkennung des Charakters der Doppelbrechung sind vor allem Schnitte geeignet, welche eine Achse im Gesichtsfeld zeigen. Man sucht zunächst die Normalstellung auf und beobachtet die Lage der Achsenebene, sie geht dem jetzt gerade gestreckten Achsenbalken parallel. Durch Drehung von genau 45° in dem erforderlichen Sinn bringt man die Achsenebene in die Lage rechts vorn links hinten. Wenn überhaupt ein ausgesprochener optischer Charakter vorhanden ist, d. h. wenn $2V$ sich merklich von

[1]) Als Regelstellung wird jene bezeichnet, bei der die α-Richtung des Gypsblättchens von links hinten nach rechts vorn läuft. Das konoskopische Bild eines Gypsblättchens vom Rot erster Ordnung zeigt in der Regelstellung links hinten und rechts vorn zwei blaue Flecken.

Digitized by Google

90° unterscheidet, nimmt die Barre die Gestalt einer Hyperbel an. Man hat nun sein Augenmerk zu richten auf das Verhalten der Interferenzfarbe in dem Feld innerhalb der Höhlung der Hyperbel.

Schaltet man ein Gypsblättchen in Regelstellung ein, so

steigt die Interferenzfarbe bei negativen Krystallen,
fällt „ „ „ positiven „

innerhalb des von der Hyperbel umschlossenen Feldes.

Die Richtigkeit dieser Aussage ergibt sich aus der Betrachtung der Figur 10. Man sieht, daß bei dem gezeichneten Skiodromennetz eines negativen Krystalles die α-Skiodromen innerhalb der Höhlung der Hyperbel im Sinne der Achsenebene verlaufen; beim positiven Krystall sind es die γ-Skiodromen.

Diese Reaktion ist sehr scharf für Krystalle, deren $2V$ kleiner als 80° ist. Bei Werten von $2V$ zwischen 90 und 80° ist die Entscheidung über den Sinn der Hyperbelkrümmung schwierig.

Weniger geeignet sind Schnitte senkrecht zur ersten oder zweiten Mittellinie. Es läßt sich zwar leicht entscheiden, ob das Bild der Mittellinie α oder γ vorliegt. Die Regel lautet: Man bringe die Platte in eine der Normalstellungen und schiebe das Gypsblättchen in Regelstellung ein.

Im Bild der Mittellinie α steigt die Interferenzfarbe in den Quadranten links hinten und rechts vorn; im Bild der Mittellinie γ links vorn und rechts hinten.

Eine Entscheidung über den optischen Charakter des Minerals ist möglich, wenn es gelingt, durch eine der auf pag. 17 f. angegebenen Beobachtungen zu entscheiden, welche von den beiden Mittellinien, α oder γ, die erste Mittellinie ist.

Schnitte senkrecht zur optischen Normalen sind zur Erkennung des optischen Charakters brauchbar mit Hilfe der isochromatischen Kurven. In der Diagonalstellung beobachtet man zwei Scharen gleichseitiger Hyperbeln und die erste Mittellinie geht durch das System mit fallender Interferenzfarbe, deren Zeichen mit dem Gypsblättchen leicht bestimmt werden kann.[1])

Für die Erkennung des optischen Charakters wenig geeignet sind die Schnitte senkrecht zu den Symmetrie-Ebenen zwischen der optischen Normalen und den Mittellinien.

[1]) Vgl. diese Zeitschr., 16. Bd., 180, 1896.

Digitized by Google

Dagegen läßt sich ein gewisser Wahrscheinlichkeitsschluß bei schiefen Schnitten ziehen, der fast zur Gewißheit wird, wenn mehrere schiefe Schnitte übereinstimmende Beobachtungen zulassen.

Bei beliebigen schiefen Schnitten wird man im allgemeinen unterscheiden können zwischen Längs- und Querskiodromen. Die ersteren weniger gekrümmt und deutlicher divergierend, die letzteren stärker gekrümmt und mehr konzentrisch verlaufend. Die zentrale Isogyre verläuft immer im Sinne der Längsskiodromen.

Nun läßt sich die Isogyre immer so einstellen, daß sie mit dem sagittalen Nicolhauptschnitt parallel verläuft (oder doch mit ihm einen Winkel einschließt, der kleiner ist als 45°) und ihr homodromes Ende rückwärts liegt.

Dann konvergieren die Längsskiodromen nach rückwärts und die Querskiodromen wenden ihre konvexe Seite gegen den Beschauer.

Schiebt man bei dieser Stellung das Gypsblättchen in Regelstellung ein, so wird die Interferenzfarbe rechts von der Isogyre fallen, links steigen, wenn die Längsskiodromen den γ-Ellipsen entsprechen; das umgekehrte Verhalten tritt ein, wenn die Längsskiodromen den α-Ellipsen entsprechen.

Das erste Verhalten bezeichnen wir als positive Reaktion, das letztere als negative Reaktion.

Eine einfache Betrachtung eines Modelles oder der Zeichnung Figur 8 läßt erkennen, daß alle Schnitte eines einachsigen negativen Krystalls negative Reaktion haben und ebenso bei positiven Krystallen, denn hier entsprechen stets die Längsskiodromen den Meridianen.

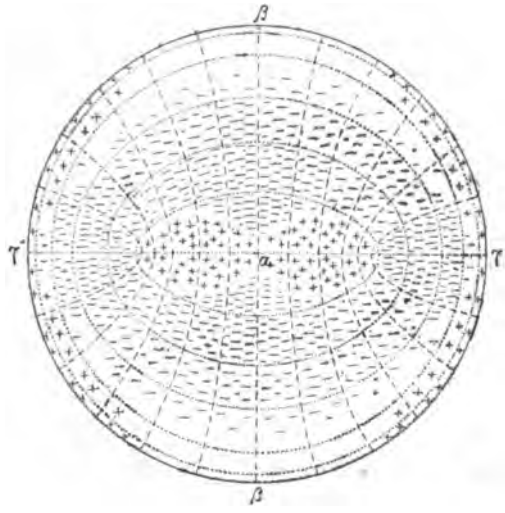
Bei den zweiachsigen Krystallen ist dieses nicht der Fall, und eine genauere Untersuchung lehrt, daß in dem Raum zwischen den Achsen und der ersten Mittellinie ein Feld existiert, wo die Äquatorialellipsen als Längsskiodromen figurieren, wo also die oben definierte Reaktion das entgegengesetzte Vorzeichen aufweist wie der optische Charakter des Minerals.

Wie Figur 20 erkennen läßt, ist allerdings dieses Feld von falscher optischer Reaktion schon bei einem Winkel $2V = 60$ sehr eingeschränkt und weit größer ist das Feld, wo die optische Reaktion eines schiefen Schnittes mit dem optischen Charakter des Minerals übereinstimmt.

Digitized by Google

Bei Winkeln $2V$ nahe 90° werden die Felder, in denen + und negative Reaktion herrscht, nahezu gleich groß.

Fig. 20.



Skiodromen eines optisch negativen zweiachsigen Krystalls. Die eingeschriebenen + und — Zeichen geben die Stellen an, an denen im Konoskop positive und negative Reaktion beobachtet wird.

Wenn also alle schiefen Schnitte eines zweiachsigen Krystalls übereinstimmende Reaktion zeigen, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß der optische Charakter des Krystalls dasselbe Vorzeichen habe. Wechselt die Reaktion, so bleibt der optische Charakter unentschieden.

Digitized by Google

II. Messung des Winkels der optischen Achsen aus der Hyperbelkrümmung.

Von **F. Becke.**

(Mit 8 Textfiguren.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß in einem Schnitt senkrecht oder annähernd senkrecht zu einer optischen Achse eines zweiachsigen Krystalls in der Diagonalstellung der dunkle Balken oder die Isogyre die Gestalt einer hyperbelähnlichen Kurve annimmt, die ihre konvexe Seite der ersten Mittellinie zukehrt, und es ist auch bekannt, daß die Konvexität dieser Kurve abnimmt in dem Maße als der Winkel der optischen Achsen sich dem Grenzwert $2V = 90^\circ$ nähert. In diesem Fall gibt es keinen Unterschied zwischen der ersten und zweiten Mittellinie. Die dunkle Barre erscheint auch in der Diagonalstellung gerade gestreckt.[1])

Diese Verhältnisse lassen sich sehr leicht ableiten, wenn man die Skiodromen[2]) in einem Schnitt senkrecht zur optischen Achse für verschiedene Größe des Achsenwinkels konstruiert.

Es liegt nahe, zu versuchen, ob sich die Krümmung der Hyperbel nicht umgekehrt zu einer Messung des Achsenwinkels verwenden läßt. Dies ist in der Tat auf folgendem Wege möglich.

Mittelst Camera lucida und drehbarem Zeichentisch[3]) überträgt man auf ein Zeichenblatt die gerade Barre in Normalstellung und die Hyperbel in Diagonalstellung. Es ist nun nicht schwer, in eine stereographische Projektion einzuzeichnen: den Achsenort A_1 und den der Achsenebene entsprechenden größten Kreis BA_1C (Fig. 1).

Die Hyperbel bezeichnet den geometrischen Ort aller Punkte, deren Schwingungsrichtungen 45° einschließen, mit BC. Man kann

[1]) Man vergleiche Hauswaldt, Interferenzbilder, I, Taf. 27. Topas $2V = 62^\circ$, Andalusit $2V = 83^1/_2{}^\circ$.

[2]) Vgl. F. Becke, Optische Untersuchungsmethoden. Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch., 75. Bd., 1904.

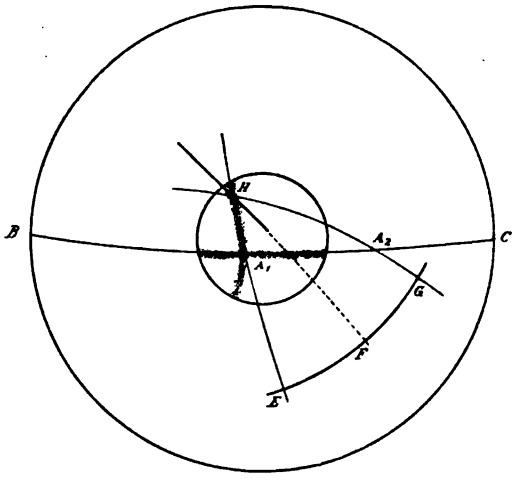
[3]) Vgl. diese Mitt., 14, 563, 1894; 16, 180, 1896.

Digitized by Google

ohne Schwierigkeit einen passend gelegenen Punkt dieser Hyperbel in die stereographische Projektion eintragen *(H)*.

Für diesen Punkt H muß die Fresnelsche Regel gelten, das heißt die Schwingungsrichtung muß den Winkel halbieren, den die von H nach beiden Achsen A_1 und A_2 gezogenen Großkreise einschließen. Da man den Großkreis HA_1 ziehen kann und die Schwingungsrichtung bekannt ist (unter 45° gegen den Durchmesser BC), läßt sich auch der Großkreis HA_2 konstruieren. Wo er den Großkreis BC schneidet, liegt der gesuchte Achsenort A_2, womit $2V$ bestimmt ist.

Fig. 1.



Dies das Prinzip der Methode, welches übrigens nicht neu ist, da v. Fedorow für Beobachtungen im parallelen Licht mit dem Universaltisch ein analoges Verfahren angegeben hat.[1])

Ausführung der Messung.

I. Übertragung des Interferenzbildes auf das Zeichenblatt.

Zunächst ist erforderlich, die Platte in Normalstellung zu bringen: der Achsenbalken erscheint dann gerade gestreckt und parallel einem Nicolhauptschnitt.[2]) Um diese Einstellung zuverlässig zu machen,

[1]) Zeitschr. f. Krystall., 26.

[2]) Um eine bestimmte Vorstellung im Auge zu haben, liege der Achsenbalken parallel dem frontalen Hauptschnitt des Mikroskops von links nach rechts.

Digitized by Google

empfiehlt es sich, vor Einstellung des Interferenzbildes den Nicolhauptschnitt auf dem Zeichenblatt durch eine gerade Linie zu markieren. Man klappt das Abbesche Würfelchen des Zeichenapparates zurück, schiebt das Okular ein, bringt das Würfelchen wieder in seine Lage und sieht nun das Fadenkreuz des Mikroskopes auf das Zeichenblatt projiziert. Durch Auflegen eines kleinen Kartonlineals (Ecke einer Visitkarte) kann man die gewünschte Linie ziehen. Nun entfernt man das Okular, dreht den Objekttisch so lange, bis der Achsenbalken der gezogenen Linie parallel ist, liest die Stellung des Objekttisches ab *(a)*, stellt den Zeichentisch auf dieselbe Ablesung *(a)* und fährt dem Achsenbalken mit dem Stift nach.

Nun dreht man Zeichen- und Objekttisch um 45° im Uhrzeigersinn (Ablesung *b*); es erscheint die Hyperbel[1]), man fährt ihrer dunklen Mitte mit dem Stift nach. Der gerade Balken und die Hyperbel schneiden sich im Achsenort A_1.

Beide Abzeichnungen werden wiederholt, während der Objekttisch auf a, b, der Zeichentisch auf $a + 180$, $b + 180$ eingestellt war.

Man erhält so einen zweiten Achsenort A_1'. Der Halbierungspunkt der Strecke $A_1 A_1'$ ist der Mittelpunkt des Gesichtsfeldes C (Vgl. Fig. 2, welche in den starken Linien Achsenbalken und Hyperbel beiläufig in der Größe zeigt, wie sie mit Objektiv 7 von Fuess von meinem Apparat geliefert werden.) Nun beschreibe man um C einen Kreis mit dem Halbmesser $r = \frac{\sin \rho \cdot \beta}{\varkappa}$, wobei β der Brechungsquotient der Platte, $\varkappa$ die Mallardsche Konstante des Konoskops; ρ wähle man so groß, daß der Kreis nicht zu nahe dem Rande des Gesichtsfeldes kommt (bei Objektiv 7 von Fuess empfiehlt sich $\rho = 20°$). Der Kreis schneidet die Hyperbeln in den Punkten H und H', welche den Winkelabständen ρ vom Mittelpunkt entsprechen.

Es ist nicht gut, die Punkte HH' zu nahe dem Rande des Gesichtsfeldes zu wählen, weil sich hier bereits elliptische Polarisation geltend macht. Die Hyperbeln erscheinen hier schon breit, verwaschen, ihre Mittellinie läßt sich nicht mehr sicher angeben, die Abzeichnung ist daher ungenau. Auch sonstige Störungen wie Doppelbrechung der Linsenränder macht sich hier geltend.

---

[1]) Bei obiger Stellung der Achsenebene wird die Hyperbel von links vorne nach rechts hinten verlaufen.

Digitized by Google

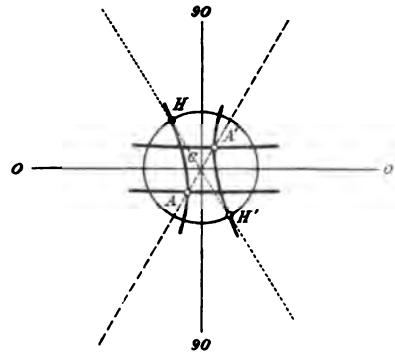
Andrerseits ist es vorteilhaft, wenn AH möglichst groß wird. Zwischen beiden einander widersprechenden Anforderungen muß man einen passenden Ausgleich anstreben.

2. Übertragung der Achsenebene, der Punkte A und H in die stereographische Projektion.

Man verwendet zweckmäßig das Wulffsche Netz und macht die Konstruktion auf durchscheinendem Papier.

Die Achsenebene läßt sich als Großkreis eintragen, wenn bekannt ist: der Durchmesser, über dem der betreffende Meridianbogen steht, und ein Punkt seines Verlaufes, am besten der Achsenort. Die Orientierung des der Achsenebene entsprechenden Durchmessers

Fig. 2.



ist durch den geraden Achsenbalken in der Normalstellung gegeben. Man läßt ihn mit dem ersten Meridian des Projektionsnetzes zusammenfallen.

Um den Achsenort zu finden ist es notwendig, Azimut und Zentraldistanz zu bestimmen.

Um zunächst das Azimut zu finden, lege man das Zeichenblättchen zentrisch auf das Projektionsnetz, so daß die Richtung des Achsenbalkens mit dem ersten Meridian parallel ist. Zu diesem Zwecke zieht man auf dem schwarzen undurchsichtigen Blättchen durch C zwei Gerade parallel und senkrecht zu den eingezeichneten Achsenbalken und verlängert sie bis an den Rand des Papiers. (Vgl. die dünnen mit 0 und 90 bezeichneten Linien in Fig. 2.) Man kann nun das Blättchen so auf das Netz legen, daß diese Linien mit dem 1. Meridian und mit dem Äquator des Netzes zusammenfallen.

Digitized by Google

Nun legt man ein Lineal an $A_1 A_1'$ (gestrichelte Linie in Fig. 2) und liest am Rande des Netzes das Azimut der Achse gegen den ersten Meridian ab.

Die Zentraldistanz findet man, indem man die lineare Distanz $A_1 A_1'$ mit dem Millimetermaßstab ausmißt. Ist sie gleich $2d$ gefunden, so ist $\sin w = \frac{d\varkappa}{\beta}$ und w die Zentraldistanz des Achsenortes in Graden, wobei $\varkappa$ die Mallardsche Konstante des Instrumentes und β der Brechungsexponent der Platte.

Eine Kontrolle ist in folgender Weise möglich. Mißt man den Abstand der beiden geraden Achsenbalken auf dem Zeichenblättchen $= 2a$, so ist $\sin w = \frac{a\varkappa}{\beta}$ und w der Abstand des der Achsenebene entsprechenden Großkreises vom Mittelpunkt.

In ähnlicher Weise erfolgt die Übertragung von H. Durch zentrisches Auflegen des Blättchens und Anlegen eines Lineals an HH' (punktierte Linie in Fig. 2) erfährt man das Azimut. Die Zentraldistanz ist bekannt (ρ).

Nun hat man alle erforderlichen Angaben in der Projektion und es erübrigt nur noch im Punkt H die Fresnelsche Konstruktion auszuführen.

3. Ausführung der Fresnelschen Konstruktion in H.

Zunächst ist die Eintragung der Schwingungsrichtung in H erforderlich. Man zählt vom Äquator 45° gegen den Uhrzeigersinn am Grundkreis ab, verbindet den so gefundenen Punkt mit dem Mittelpunkt und zieht durch H eine Parallele zu diesem Radius (vgl. Fig. 1). Man erhält so bei der angenommenen Stellung von Achsenebene und Achse die passende von den 2 Schwingungsrichtungen. Ferner zieht man durch H und A einen Großkreis, was mit Hilfe des Wulffschen Netzes keine Schwierigkeit hat. Ferner legt man durch H einen Großkreis, welcher die Schwingungsrichtung im Punkt H tangiert. Auch das läßt sich mittelst des Netzes mit einer Genauigkeit von ungefähr einem Grad ausführen. Auf beiden Großkreisen zählt man von H aus 90° ab und erhält so die Punkte E und F. Nun legt man einen Großkreis[1]) durch EF und bestimmt auf diesem einen Punkt G so, daß

[1]) Da H der Pol dieses Großkreises ist, kann er mittelst des Netzes leicht gefunden werden. Man legt die Projektion so auf das Netz, daß H in den Äquator fällt, und zählt am Äquator von H aus 90° ab. Der durch den gefundenen Punkt gehende Meridian des Netzes ist der verlangte Großkreis.

Digitized by Google

$EF = FG$. Zieht man nun noch den Großkreis GH, so schneidet dieser die Achsenebene im Pol der zweiten Achse A_2. Nun kann der Winkel $2V = A_1A_2$ an der Projektion abgelesen werden.

Die angegebenen Konstruktionen lassen sich bei einiger Aufmerksamkeit mittelst der Wulffschen Netze mit einer Genauigkeitsgrenze von 1° ausführen. Eine größere Genauigkeit anzustreben (was ja auf dem Wege der Rechnung ganz leicht möglich wäre) hat keinen Zweck.

Ein theoretischer Fehler der Methode besteht darin, daß die Fresnelsche Konstruktion angewandt wird, obzwar die Voraussetzungen ihrer Anwendbarkeit nicht strenge erfüllt sind.

Im Interferenzbild stehen die Schwingungsrichtungen nicht überall senkrecht aufeinander. Geht man von der orthogonalen Projektion des Interferenzbildes, wie es vom Konoskop geliefert wird, zur stereographischen Projektion über, so werden die Schwingungsrichtungen allerdings senkrecht zueinander. Zeichnet man aber in orthogonaler Projektion über das Gesichtsfeld ein rechtwinkeliges Liniennetz, das die Schwingungsrichtungen der Polarisatoren repräsentiert, so wird dieses Netz beim Übergang zur stereographischen Projektion deformiert. Diese Linien durchschneiden sich nunmehr nur in der Mitte und längs Radien, die mit den Schwingungsrichtungen parallel sind, rechtwinklig, dagegen erscheinen sie in den 4 Quadranten schiefwinklig verzogen, wie die nebenstehende Figur andeutet, wo die punktierten Linien die stereographische Projektion des in orthogonaler Projektion geradlinigen Netzes (ausgezogene Linien) darstellen. Der Kreis entspricht einem Gesichtsfeld von 30° Radius.

Trägt man nun die Schwingungsrichtung des Polarisators oder Analysators so ein, wie es oben angegeben wurde, so entspricht dies nicht ihrer wahren Lage im Moment der Beobachtung und man begeht einen Fehler.

Will man den Einfluß dieser Deformation möglichst herabsetzen, so muß man sich nicht allzusehr von der Mitte des Gesichtsfeldes entfernen. Dies widerstreitet der Forderung, für die Konstruktion des Dreieckes A_1HA_2 eine möglichst große Basis A_1H zu haben.

Jedenfalls sollte man danach trachten, den Punkt H so zu wählen, daß er in die Nähe derjenigen Radien des Gesichtsfeldes kommt, die den Schwingungsrichtungen der Polarisatoren parallel sind.

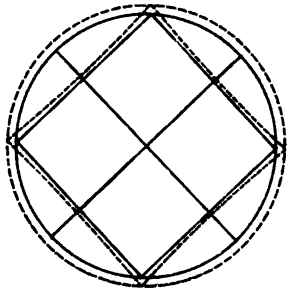
Bei der praktischen Erprobung der Methode hat sich gezeigt, daß es unbedingt nötig ist, sich von den Zentrierungsfehlern des

Digitized by Google

Instrumentes durch öftere systematische Wiederholung der Messung zu befreien.

Mindestens zwei Paare von Beobachtungen sind erforderlich: nämlich nach der oben beschriebenen eine zweite, bei welcher das Zeichentischchen zur Gewinnung der Punkte A'_1 und H' auf den alten Einstellungsmarken a und b belassen und statt dessen dem

Fig. 3.



Objekttisch die um 180° verwendeten Stellungen gegeben wurden. Demnach so:

	Objekttisch	Zeichentisch
Erstes Paar von Beobachtungen	$a,\ b$	$a,\ b$
	$a,\ b$	$a+180,\ b+180$
Zweites „ „ „	$a,\ b$	$a,\ b$
	$a+180,\ b+180$	$a,\ b$

Meist wurden dann noch hinzugefügt:

	Objekttisch	Zeichentisch
Drittes Paar von Beobachtungen	$a+180,\ b+180$	$a+180,\ b+180$
	$a+180,\ b+180$	$a,\ b$
Viertes „ „ „	$a+180,\ b+180$	$a+180,\ b+180$
	$a,\ b$	$a+180,\ b+180$

Das Mittel der von diesen 4 Blättchen gewonnenen Azimute und linearen Zentraldistanzen wurde dann zur Eintragung in die stereographische Projektion verwendet.

Es hat sich ferner als zweckmäßig herausgestellt, außer der Normalstellung und Diagonalstellung auch noch weitere Zwischenstellungen der Hyperbel zu fixieren; man erhält so mehrere Punkte H,

Digitized by Google

die mit der zugehörigen Schwingungsrichtung[1]) die Fresnelsche Konstruktion auszuführen erlauben. Jede gibt einen anderen Achsenort A_2. Aus den verschiedenen Werten A_1 A_2 nimmt man dann das arithmetische Mittel.

Die Erprobung an Platten, deren $2V$ bekannt war, lehrte, daß dieses Mittel um so weniger vom wahren Wert $2V$ abwich, je gleichmäßiger die Punkte H über das Gesichtsfeld verteilt waren. Dabei weichen oft die einzelnen Werte um viele Grade vom wahren Wert ab.

Die zweckmäßige Wahl der Zwischenstellungen, d. h. die Wahl der Winkel, um die man die Platte aus der Normalstellung herausdreht, richtet sich nach der Situation der Achse im Gesichtsfeld.

Manchmal erhält man eine günstige Verteilung der H-Punkte, wenn man zur Normalstellung (0°) und Diagonalstellung (45°) noch die Stellungen 15° und 30° hinzunimmt, manchmal ist 30° und 60° günstiger. Ungünstige Situationen entstehen, wenn in dem Dreieck $A_1 H A_2$ der Winkel bei H sehr stumpf oder sehr spitz wird, wenn ferner Achsenebene BC und Bogen HA_2 sich unter kleinem Winkel schneiden.

Man überzeugt sich bald, welche Schnitte für diese Art der Messung am geeignetsten sind.

Ungünstig ist es, wenn die Achse nahezu mit dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes zusammenfällt. Man hat dann eine zu kurze Basis $A_1 H$ zur Konstruktion des Dreieckes $A_2 H A_1$.

Wenn die Achse A_1 zu nahe am Rande des Gesichtsfeldes liegt, ist dies auch nicht günstig, denn dann übersieht man in der Normalstellung nur ein kurzes Stück des Achsenbalkens und kann schwer beurteilen, bei welcher Einstellung der Parallelismus mit dem Nicolhauptschnitt erreicht ist. Zudem gelangt der Achsenbalken dann in die Region des Gesichtsfeldes, in der die elliptische Polarisation sich in störender Weise geltend macht.

Am vorteilhaftesten ist es daher, wenn die Entfernung vom Mittelpunkt bis zum Achsenbalken in Normalstellung ungefähr $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Halbmessers des Gesichtsfeldes beträgt.

---

[1]) Man erhält die zugehörigen Schwingungsrichtungen, wenn man im Grundkreis der Projektion vom Äquator aus so viele Grade gegen den Uhrzeigersinn fortschreitet, als die Platte von der Normalstellung aus im Uhrzeigersinn gedreht wurde, und den gefundenen Punkt mit dem Mittelpunkt der Projektion verbindet.

Digitized by Google

Nicht gleichgültig für den Erfolg der Messung ist auch die Lage der Achse innerhalb der Achsenebene. Die Lage, wie sie in Fig. 1 angenommen wurde: Achse in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes, Mittellinie des spitzen Achsenwinkels auf der anderen Seite, ist die günstigste. Liegen Achse und erste Mittellinie auf derselben Seite von der Mitte des Gesichtsfeldes, so ist die Lage ungünstiger, und zwar deshalb, weil die dunkle Barre in dem Raum, der die erste Mittellinie enthält, sich bei der Tischdrehung rascher bewegt, als in dem Raume, der die zweite Mittellinie enthält.

Messungsbeispiele.

Oligoklas von Twedestrand.

Die Beobachtung mag etwas ausführlicher mitgeteilt werden, um den Vorgang bei der Messung zu illustrieren.

Nach Abzeichnung des Querfadens des Fadenkreuzes auf das Zeichenblättchen wird das Okular entfernt und der Achsenbalken durch Drehen des Objekttisches parallel jener Linie eingestellt. Das Mittel von 5 Ablesungen ist 202·1 und dient als Azimut der Achsenebene. Außerdem werden eingestellt und auf das Zeichenblatt übertragen die Hyperbeln bei Einstellung auf 217·1, 232·1, 247·1, also nach Drehung um 15, 30 und 45°.

Vier systematisch wiederholte Beobachtungen geben folgende Resultate bezüglich Azimut und Zentraldistanz der Achse A, ferner bezüglich des Azimutes der Punkte H_1, H_2, H_3, für welche die Zentraldistanz $\rho = 20°$ angenommen wurde. Ausgangsrichtung für die Zählung des Azimutes ist der dem Achsenbalken parallele erste Meridian. Das Azimut wird gezählt bis 180°, + im Uhrzeigersinne, — entgegengesetzt.

Nummer der Beobachtung	Azimut der Achse	Zentraldistanz der Achse	Azimut der Punkte H_1	H_2	H_3	Gemeinsame Zentraldistanz
1 . .	+ 113°	14°	— 13°	— 71°	— 115°	20°
2 . .	+ 119°	14°	— 11°	— 73°	— 118°	
3 . .	+ 113½°	13°	— 14°	— 73°	— 113°	
4 . .	+ 113°	13½°	— 10°	— 75°	— 117°	
Mittel .	+ 115°	13·6°	— 12°	— 74°	— 116°	20°

Digitized by Google

Mit diesen Beobachtungsdaten wurde die Konstruktion ausgeführt und es ergab sich

$2V = A_1 A_2$ aus H_1 83½, aus H_2 82°, aus H_3 79°, Mittel 81·5°.
Der wahre Wert aus der Position der Achsen bestimmt ist 82° 23′.

Albit von Amelia.

$2V$ aus der Position der Achsen bekannt; $2V = 77° 39'$.

1. Platte. Orientierung der Achse: Azimut + 55°, Zentraldistanz = 9°.

Die Hyperbel wurde abgezeichnet nach Drehung um + 30°, + 45°, + 60° aus der Normalstellung. Gemeinsame Zentraldistanz der Punkte $H_1 H_2 H_3 = 24°$.

$2V$ aus H_1 75°, aus H_2 76½°, aus H_3 80½°. Mittel $2V = 77°$.

2. Platte. Achse Azimut + 140°, Zentraldistanz 14°. Die Hyperbel wurde abgezeichnet nach Drehung des Objekttisches um 15°, 30°, 45°. Gemeinsame Zentraldistanz der Punkte $H = 23°$.

$2V$ aus H_1 82°, aus H_2 79½, aus H_3 72°. Mittel 78°.

3. Platte. Achse Azimut + 140°, Zentraldistanz 15°. Beobachtung der Hyperbel bei Tischdrehung 15°, 30°, 45°. Distanz der Punkte $H = 19¼°$.

$2V$ aus H_1 83°, aus H_2 76°, aus H_3 74½°. Mittel 78°.

An derselben Platte wurde die Beobachtung wiederholt mit größerer Zentraldistanz von $H = 25°$. Die für $2V$ gefundenen Werte 72½°, 74°, 77½°, im Mittel 75° zeigen eine geringere Übereinstimmung mit dem wahren Wert.

Herr Assistent M. Stark[1]) bestimmte auf diesem Wege den Achsenwinkel von Olivinen im Basalt von Ustica.

In einem Schliff ergab sich:

$2V$ um $\gamma = 95°$, 96½°, 94½°. Mittel 95½°,

in einem anderen Schliff einer anderen Probe

$2V$ um $\alpha = 86·5°$, 90°, 89°. Mittel 88·5°,

Diese Beobachtungen, denen noch andere angereiht werden können, erweisen die Brauchbarkeit der Methode, die man allerdings nur dann anwenden wird, wenn bessere und genauere Methoden versagen.

[1]) Diese Mitt., Bd. 23, Heft 6.

Digitized by Google

III. Über einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites

aus der Umgebung der Sustenhörner (Mittleres Aarmassiv).

Von **O. Fischer.**

(Mit 2 Textfiguren.)

In seiner Beschreibung des mittlern Zentralmassivs des Finsteraarhorns, kurz Aarmassiv genannt, unterscheidet Baltzer[1]) innerhalb der krystallinen Gesteine 5 Zonen:

I. Die Granit-Gneiszone.
II. Südliche Gneise.
III. Nördliche Gneise.
IV. Zone der sericitischen Gneise und Phyllite nebst Feldspatschiefern.
V. Zone der Hornblendeschiefer.

In einem Profil von N. nach S. durch das Zentralmassiv bilden die Zonen folgende Reihenfolge:

1. Nördliche Gneise (III.).
2. Zone der sericitischen Gneise etc. (IV.).
3. Zone der Hornblendeschiefer (V.).
4. Granit-Gneiszone (I.).
5. Südliche Gneise (II.).

Diese Einteilung und die ganze Arbeit, in der namentlich die tektonischen Verhältnisse berücksichtigt werden, beruhen größtenteils auf nur makroskopischer Beobachtung.

Da seit jenen kursorischen Aufnahmen zum Zwecke der Herstellung einer geologischen Karte[2]) in diesem Gebiet keine petro-

[1]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Liefg. 24, IV.

[2]) Geol. Karte der Schweiz, Blatt XIII.

Digitized by Google

graphischen Untersuchungen vorgenommen wurden und eine genauere Bearbeitung an Hand der modernen Petrographie wünschenswert erschien, begann ich, angeregt von Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann, im Sommer 1901 meine Terrainuntersuchungen innerhalb der Zonen IV und V (Baltzer) in der Umgebung der Sustenhörner.[1]) Auf Streifzügen im Gebiet des Triftgletschers und des Haslitals wurden die Beobachtungen erweitert und vervollständigt. Den Sommer 1902 benutzte ich zu genauen Profilierungen im Voralptal, östlich der Sustenhornkette, worauf in den Sommern 1903 und 1904 noch ergänzende Beobachtungen gemacht wurden.

Abgesehen von den Terrainschwierigkeiten und den klimatischen Verhältnissen, welche bei der Höhenlage des Gebietes (2200—3600 *m*) nur während der kurzen Sommermonate ein fruchtbares Arbeiten gestatten, erwachsen dem Petrographen hier noch andere bedeutende Schwierigkeiten.

Angesichts der Tatsache, daß hier sowohl deutliche Eruptivgesteine als auch Sedimente nebeneinander gelagert, durch die das Gebirge aufstauenden Kräfte metamorphosiert und die Produkte dieser Metamorphose in ihren Endgliedern schwer zu unterscheiden sind, ist schon die eine Frage, welches sind Eruptivgesteine und welches sind Sedimente, schwierig zu beantworten. Das Mikroskop versagt oft seine Dienste, und bei Annahme einer möglichen „Assimilation" im Sinne von Kjerulf und Michel-Levy[2]) oder einer „osmotischen Wirkung" der Eruptivgesteine nach Johnston Lavis sind auch die Resultate der chemischen Analyse nicht absolut leitend.

Als erstes Ziel bei der Bearbeitung der Zonen stellte ich mir die Aufgabe, die Gesteine eruptiven Ursprungs zu untersuchen und in allen ihren metamorphen Abänderungen zu verfolgen, worauf dann in weiterer Arbeit die zwischengelagerten Sedimente mit ihren Umwandlungsprodukten durch Druck-Kontakt- und Injektionswirkungen bearbeitet werden sollen.

Da die gangartig entwickelten Eruptivgesteine der Schieferzone mit einem größeren Tiefengesteinskomplex in genetischem Zusammenhang stehen müssen, wurde auch der Nordrand des zentralen Granites, soweit er für die Schieferzone von Bedeutung schien, in die Unter-

---

[1]) Vgl. Siegfried, Atlas 1:50.000, Blätter 393, 394, 397, 398.

[2]) Vgl. Brögger, Eruptivgesteine des Kristianiagebietes, II.

Digitized by Google

suchung einbezogen. Aus gleichem Grunde wäre auch eine nähere Untersuchung der nördlichen Gneise höchst wünschenswert; doch steht eine solche zur Zeit noch aus.

Weit davon entfernt, das erste Ziel dieser Aufgabe erreicht zu haben, berechtigen doch die bisher gefundenen Resultate zu einem Abschluß, indem sie zu der Kenntnis dieser Zonen neues Material liefern.

Die Untersuchungen wurden an Hand von ca. 400 Handstücken und 150 Dünnschliffen im Mineralogisch-Petrographischen Institut des Eidg. Polytechnikums unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann vorgenommen. Die chemischen Analysen machte ich im Laboratorium des genannten Instituts; eine Analyse wurde nachträglich von Frl. Dr. L. Hezner ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer für die vielseitigen Anregungen und das rege Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegenbrachte, sowie für das bereitwillige Überlassen von Literatur meinen wärmsten Dank auszusprechen. Auch Frl. Dr. Hezner verdanke ich bestens die gewissenhafte Ausführung der Analyse.

Außer der erwähnten Arbeit von Baltzer vom Jahre 1888 und zwei kleinern Arbeiten von Baltzer [1]) und von Sauer [2]) bietet die Literatur wenig Aufschlüsse über dieses Gebiet. Einige Notizen von Studer [3]) und Müller [4]) besitzen nur historisches Interesse.

Tektonische Übersicht. [5])

Über die allgemeinen tektonischen Verhältnisse und die horizontale Verbreitung der Gesteine hat Baltzer seine Beobachtungen

[1]) A. Baltzer, Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs. N. J. für Min. etc., Blg. Bd. XVI.

[2]) A. Sauer, Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften.

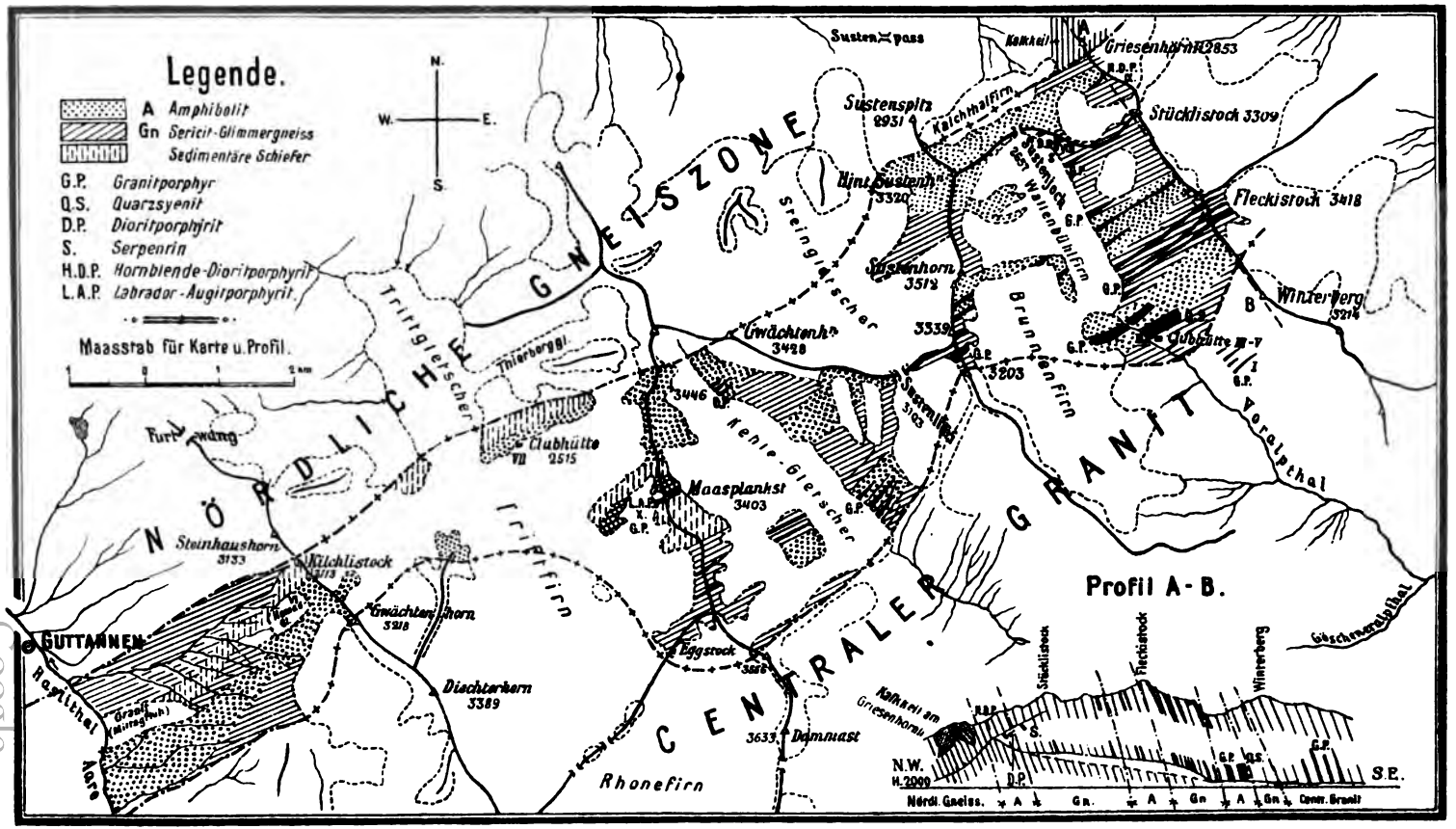
[3]) B. Studer, Index der Petrographie.

[4]) Müller, Die Gesteine des Göschener-, Gorneren- und Maientales, die Gesteine des Maderaner-, Etzli- und Fellitales. Verh. d. naturf. Gesellsch., Basel, Bd. IV und V.

[5]) Die nachfolgende Kartenskizze soll hauptsächlich der allgemeinen Orientierung dienen. Dem mannigfaltigen, oft von Meter zu Meter erfolgenden Gesteinswechsel konnte bei diesem Maßstab nicht Rechnung getragen werden. Die Einteilung in einzelne Zonen geschah jeweilen nach den am mächtigsten entwickelten Gesteinen. Amphibolite finden sich z. B. auch innerhalb der als Gneis bezeichneten Streifen und Gneise innerhalb der Amphibolite. Die nördliche Grenze der Schieferzone ist größtenteils eine mutmaßliche, da sie nur selten zu beobachten ist. Wo Gänge eingezeichnet sind, mußte die Mächtigkeit stark übertrieben werden. Die römischen Ziffern bezeichnen die Fundstellen des Analysenmaterials.

Digitized by Google

Fig. 1.


Legende.
A Amphibolit
Gn Sericit-Glimmergneiss
Sedimentäre Schiefer
G.P. Granitporphyr
Q.S. Quarzsyenit
D.P. Dioritporphyrit
S. Serpentin
H.D.P. Hornblende-Dioritporphyrit
L.A.P. Labrador-Augitporphyrit.
Maasstab für Karte u. Profil.
N.
S.
W.
E.
NÖRDLICHE GNEISZONE
CENTRALER GRANIT
Susten pass
Kalkkeil
Griesenhorn 2853
Stücklistock 3309
Fleckistock 3418
Winterberg 3214
Sustenspitz 2931
Kalchthalfirn
Hint. Sustenh. 3320
Sustenjoch
Wallenbühlfirn
Sustenhorn 3512
Brunnenfirn
Gwächtenh. 3428
Steinglatscher
Trittgletscher
Thierberggl.
Clubhütte 2515
Maasplankst 3403
Kehle-Gletscher
Sustenlimmi 3103
Clubhütte III-V
Voralpthal
Furtwang
Steinhaushorn 3133
Kilchlistock
Gwächtenhorn 3218
Dischterhorn 3389
Eggstock
Dammast
Rhonefirn
Trittfirn
GUTTANNEN
Raslithal
Aare
Profil A-B.
Kalkkeil am Griesenhorn
Stücklistock
Fleckistock
Winterberg
Göschenoralpthal
N.W.
S.E.
Nördl. Gneiss.
Centr. Granit

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

in seiner Arbeit über das Aarmassiv niedergelegt und kann hier kurz auf diese hingewiesen werden, weil die neuen Untersuchungen sie meist bestätigen. Da bei Beschreibung der einzelnen Gesteine auch deren Lagerungsverhältnisse berücksichtigt werden, genügen hier einige allgemeine Notizen.

Von schwankender Mächtigkeit, sind die beiden Zonen gleich Linsen eingelagert zwischen dem zentralen Granit und den nördlichen Gneisen. Sie lassen sich durch das ganze Aarmassiv hindurch verfolgen und zeigen, wie aus Baltzers (l. c.) und Fellenbergs[1]) Arbeiten hervorgeht, überall analoge Gesteinsarten. Wie schon Baltzer erwähnt, finden sich auch außerhalb der Zone der Hornblendeschiefer dieselben Hornblendegesteine, wie auch die „Feldspatschiefer", „Quarzfeldspatgesteine" aus Zone IV häufig in Zone V wiederkehren. Ein vielfaches Begehen des Gebietes hat nun ergeben, daß für diesen Teil des zentralen Aarmassivs diese Zweiteilung nicht berechtigt ist, und so wurden die beiden Zonen IV und V unter dem Namen „Die Schieferzone des Aarmassivs" vereinigt.

Die Grenze gegen den zentralen Granit läßt sich namentlich in den obern Gratpartien infolge Einwirkung der Verwitterung leicht feststellen. Da der Granit arm ist an dunklen Gemengteilen, bleibt er auch bei Verwitterung hell, während die Gesteine der Schieferzone reicher an Fe- und Mg-haltigen Mineralien sind, die der Zone ein dunkles Aussehen verleihen. Infolge Oxydation und Hydroxylierung des Fe laufen die Gesteine rostbraun an. Da sie zum Teil stark geschiefert und zerklüftet sind und die Kluftflächen dem Angriff der Atmosphärilien Vorschub leisten, sind namentlich die zackigen Gräte ganz „durchrostet", und es ist oft unmöglich, ein für mikroskopische und chemische Untersuchung genügend frisches Handstück zu sammeln.

Schaut man von irgend einem Hochgipfel, z. B. vom Fleckistock 3418 *m* oder Sustenhorn 3512 *m*, bei Vormittagsbeleuchtung nach Westen, so kann man an den kulissenartig hintereinander liegenden Ketten deutlich von Grat zu Grat den Wechsel zwischen dem hellen Granit und den dunklen, zum Teil rostbraunen Schiefern beobachten. In den Tälern ist diese Grenze oft weniger scharf ausgeprägt.

---

[1]) E. v. Fellenberg, Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. XXI, I.

Digitized by Google

In der Umgebung der Sustenhörner verläuft diese Grenze meist nördlicher, als sie auf Blatt XIII der geologischen Karte der Schweiz eingetragen ist. In der Sustenhornkette liegt sie direkt nördlich von P. 3203, während Baltzer sie fast $1^1/_2$ *km* weiter südlich angibt. Auch am Winterberg (Fleckistockkette) greift der Granit weiter nach Norden, als auf der Karte angegeben ist.

Weniger deutlich ist die Schieferzone gegen die nördlichen Gneise abgegrenzt. Stellenweise ist der Übergang ein allmählicher. In einem Couloir, das vom Kehlegletscher unweit der Tierberglimmi auf den untern NW.-Grat des Gwächtenhorns führt, werden die beiden Zonen durch eine 1 bis 2 *m* mächtige Talk- und Sericitschieferschicht getrennt.

Die Schieferung verläuft parallel dem Streichen der Alpen und fällt im allgemeinen steil 50—70—80° S. E.

Petrographische Beschreibung der einzelnen Gesteine.

A. Der Granit am Nordrand der zentralen Zone.

Es liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit, all die konstitutionellen, strukturellen und texturellen Abänderungen des Granites innerhalb der 7 *km* mächtigen Granitzone zu verfolgen, und so beschränkte ich mich auf die Untersuchung der nördlichen Kontaktverhältnisse dieses Granites, wobei namentlich 2 Typen mikroskopisch und chemisch untersucht wurden.

Der Kontakt des zentralen Granits gegen die Schieferzone verläuft meist konkordant der Schieferung. Nördlich von P. 3203 (Sustenhornkette) zeigt er folgende Verhältnisse: Der Granit ist randlich gebleicht, klein-körnig, aplitartig. Scharf abgetrennt folgen stark gequetschte dunkle Gneise, die sich, unterbrochen von verschiedenen Einlagerungen, ziemlich weit nach N. erstrecken.

Unweit des Kontaktes ist der Gneis von granitischem Magma injiziert und von 2 *cm* bis einige Dezimeter mächtigen Aplitadern durchsetzt. 15 *m* nördlich der Granitgrenze trifft man einen parallel der Schieferung eingelagerten, 1 *m* mächtigen Granitporphyrgang, dem bald noch andere folgen.

Apophysenartiges Eindringen des Granitmagmas in die Schieferzone, analog den Kontaktstellen am Unteraargletscher, Mieselen, oder

Digitized by Google

der Umgebung des Oberaletschgletschers, wie auch losgelöste Schieferschollen innerhalb des Granites, wie beim Kontakt am Lauteraarhorn, sind in diesem Gebiet nicht zu beobachten.

Dagegen findet sich im Voralptal, von dem Hauptgranit durch Amphibolit getrennt, eine stockartige Einlagerung eines durchaus massigen, etwas basischen Granites. Es ist dies eine tektonische Analogie zu dem Granitstock der Mittagfluh und des Wyßenbachgletschers im Haslital.

Granit und Gneis sind sowohl makro- wie mikroskopisch verschieden struiert, so daß ein direkter genetischer Zusammenhang unwahrscheinlich ist.

Trotzdem keine exomorphen Kontaktwirkungen an der Hand typischer Kontaktmineralien nachgewiesen werden konnten, muß dieser Kontakt, infolge der Injizierung der Gneise durch Granitmagma, als eruptiv bezeichnet werden, welche Ansicht nun auch neuerdings von Baltzer[1]) vertreten wird.

Der Gneis ist stark geschiefert und gequetscht, während der Granit, wenn er schon kataklastische Erscheinungen aufweist, lange nicht so intensiv durch dynamische Kräfte metamorphosiert wurde. Seine Textur ist massig, was nicht allein dem spärlichen Auftreten von dunklen Glimmern, die durch Parallelstellung eine schiefrige Textur begünstigen können, zuzuschreiben ist. Vielmehr ist anzunehmen, daß die Kräfte, welche die schiefrige Textur des Gneises verursachten, zum größten Teil sich schon ausgelöst hatten, als der Granit ausbrach. Dabei ist eine lakkolithenartige Entstehung durch Eruption des Granitmagmas in durch Abstau entstandene Hohlräume anzunehmen.

Untersucht wurde vorerst der Granit der stockartigen Einlagerung im Voralptal, unweit der Flachensteinenhütte. Das holokrystallin granitisch struierte Gestein von grünlicher Farbe mit dunklen Flecken zeigt makroskopisch frische, glänzende Spaltflächen von Orthoklas (?) und zahlreiche grünliche Krystalle eines Plagioklases mit mattem Seidenglanz (herrührend von begonnener Sericitisierung) und wenig Quarz. Ein dunkler Glimmer bildet unregelmäßig begrenzte, blätterige Aggregate und zeigt selten idiomorphe Spaltblättchen.

[1]) A. Baltzer, Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs. N. J. für Min. etc., Blg. Bd. XVI.

Digitized by Google

Unter dem Mikroskop beobachtet man ein hypidiomorph körniges Gemenge von triklinen Feldspäten, Quarz und Biotit, neben welchen als spärliche akzessorische Gemengteile: Magnetit, Zirkon, Titanit, Apatit und als sekundäre Bildungen Calcit, Epidot und Sericit auftreten.

Das Strukturbild ist das der Alpengranite; die ursprüngliche Gestalt der einzelnen Gemengteile ist randlich durch Kataklase zerstört worden. Die einzelnen Krystalle sind meist durch kleinkörnige schmale Trümmerzonen voneinander getrennt, und so läßt sich die Ausscheidungsfolge nur an Hand der Einschlüsse feststellen.

Die Feldspäte sind größtenteils Alkalifeldspäte, vertreten durch Natron-Orthoklas (Anorthoklas), Mikroperthit, Mikroklinmikroperthit, Albit und Albit-Oligoklas.

Die Plagioklase zeigen meist gut entwickelte Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz, zu der auch hie und da Streifung nach dem Periklingesetz hinzutritt.

Die symmetrischen Auslöschungsschiefen wurden gemessen an Schnitten annähernd $\perp a$ (100) $11^1/_2{}^0$ 15^0 16^0 11^0. Das Häufigkeitsmaximum der Auslöschungsschiefen ist zwischen 13 und 16^0, doch finden sich auch solche von 8—10^0.

Durch Vergleich der Lichtbrechung mit Quarz wurde an mehreren Individuen gefunden:

$$\text{in Parallelstellung} \quad \omega > \alpha;\ \varepsilon > \gamma$$
$$\text{und in Kreuzstellung} \quad \omega > \gamma,\ \varepsilon > \alpha$$

was in Verbindung mit der Auslöschungsschiefe mit Bestimmtheit auf einen sehr sauren Plagioklas, Albit und Albit-Oligoklas, etwa von der Mischung $Ab_8\ An_1$ schließen läßt, welcher Befund sich gut mit den Resultaten der chemischen Bauschanalyse des Gesteins vereinbaren läßt.

Trotz gut erhaltener Zwillingsstreifung zeigen sich sekundäre Bildungen. Im Innern der Krystalle zerstreut sind feinschuppige Ausscheidungen eines farblosen, stark doppelbrechenden Glimmers (Sericit). Sekundäre Bildungen sind auch die Ausscheidungen von Calcit, einzelne Epidotkörner, sowie die stellenweise auftretenden, frischen, durch keine Glimmereinschlüsse getrübten Umrandungen, die als Albit bestimmt wurden.

Fast gleich an Menge ist neben dem Natron-Kalk-Feldspat ein stark entmischter Natron-Kali-Feldspat vorhanden, der zum Teil

Digitized by Google

als Mikroperthit, zum Teil als Mikroklinmikroperthit entwickelt ist. Schon im gewöhnlichen Licht läßt sich bei schiefer Beleuchtung die Entmischung durch das höhere Relief des Albites erkennen, bei gekreuzten Nicols zeigt sich eine fast maschige Durchwachsung der beiden Feldspäte, wobei oft eine feine, jedoch stets kurz absetzende Zwillingsstreifung die Mikroklinmikroperthite von den Mikroperthiten unterscheidet. Hier fehlen die für die Plagioklase charakteristischen Glimmereinlagerungen und nur durch Infiltration von Eisenhydroxyd und Spuren von Epidotisierung erscheinen auch sie getrübt.

Gebogene Zwillingslamellen mit undulöser Auslöschung sowie zerbrochene Krystalle mit verschobenen Teilen sind dynamische Einwirkungen. Das die Risse ausfüllende Material zeigt Mörtelstruktur und dürfte Produkt der Kataklase sein. In den ausgeheilten Rissen häufen sich die sekundären Glimmerbildungen.

Der Quarz bleibt nach seinem Mengenverhältnis stark hinter den Feldspäten zurück und zeigt analoge mechanische Störungen. Wo größere Krystalle vorhanden sind, zeigen sie neben unregelmäßigen Rissen und Sprüngen undulöse Auslöschung und in Schnitten parallel (0001) infolge Spannungen oft das Interferenzbild zweiachsiger Substanzen. Stellenweise ist der Quarz aufgelöst in kleinkörnige Mosaikaggregate.

Der Biotit dürfte, da er sowohl in den Feldspäten als im Quarz als Einschluß zu finden ist, der erstausgeschiedene Hauptgemengteil sein; doch zeigt er nirgends idiomorphe Gestalt. Größere Blättchen sind randlich zerfetzt und gebogen. Meist vereinigen sich wirr durcheinander gelagerte kleine Blättchen zu rundlichen Haufen, oder sie finden sich unregelmäßig zerstreut in körnigen Quarzaggregaten. In einzelnen größeren Glimmerblättchen mit deutlich sichtbaren Spaltrissen treten parallel diesen schmale Leistchen eines anders orientierten Glimmers auf, so daß der Pleochroismus der beiden nicht übereinstimmt. Erst bei starker Vergrößerung kann man in den eingeschlossenen Fasern Spaltrisse beobachten, die quer stehen zu denen des Hauptblättchens. Es dürfte dies die Folge einer Durchdringung mehrerer Glimmerblättchen sein.

Pleochroismus und Absorption sind stark; a hellgelb, b und c dunkelolivengrün bis grün. Bemerkenswert ist die intensiv grüne Farbe, die namentlich Spaltblättchen mit schwachem Pleochroismus eigen ist. In der Doppelbrechung unterscheiden sie sich nicht von denen

Digitized by Google

mit dunklerer Farbe. Das Interferenzbild zeigt einen Achsenwinkel von 0°, wenigstens konnte kein Öffnen und Schließen der Hyperbeln beobachtet werden.

Mit den Glimmerausscheidungen vergesellschaftet treffen wir die accessorischen Gemengteile, sehr spärlich Apatit in hexagonalen Säulchen, einige stark lichtbrechende Körnchen Zirkon, Titanit in kleinkörnigen Häufchen (Insekteneier) und als Umrandung von Magnetit, was auf einen Titangehalt des Magnetits weist. Kleine Körner von Epidot sind eher sekundäre Produkte.

Mineralbestand und chemische Zusammensetzung ergeben, wie aus der Verrechnung der Analyse hervorgeht, einen basischen Alkaligranit, der nach dem Vorgehen Osanns[1]) eher als Quarzsyenit zu bezeichnen ist. Es entspricht diese Konstitution nicht der des eigentlichen zentralen Granites, und unser Granit dürfte eher als randliches, basisches Differentiationsprodukt aufgefaßt werden, das, vom Hauptmassiv getrennt, mit granitischer Struktur erstarrte.

Dieser Granit liegt im Streichen des analog gelagerten, isolierten Granitstockes der Mittagfluh und Wyßenbachgletschers im Haslital. Ein Vergleich der beiden Gesteine ergab keine Identität, indem der Granit vom Wyßenbachgletscher einer sauren, quarzreichen, biotitarmen Randfazies entspricht. Die Feldspäte sind größtenteils Alkalifeldspäte und weisen auf das gleiche Stammagma hin.

Als zweiter Typus wurde der Granit aus der Umgebung der südlichen Granitporphyrgänge östlich der Bodmenhütte[1]) im Voralptal etwa 200 *m* südlich des Kontaktes untersucht. Dieser „Granit" unterscheidet sich makroskopisch von dem ersten Typus nur durch das Zurücktreten des dunklen Glimmers (was eine hellere Gesteinsfarbe bedingt), durch eine Anreicherung an Quarz, sowie etwas größere, weißliche Feldspäte, die jedoch dem Gestein kein porphyrisches Aussehen verleihen, das erst unter dem Mikroskop deutlich zur Geltung kommt.

Hier erscheinen in einer holokrystallin körnigen Grundmasse als idiomorphe Einsprenglinge Plagioklas und Kali-Natron-Feldspäte. Letztere sind vorherrschend und zeigen oft deutlich zonaren Aufbau. Bei einem als Mikroklinmikroperthit bestimmten Einsprengling kommt isomorphe Schichtung dadurch zustande, daß scharf abgegrenzte Schalen mit wenig und solche mit reichlichen Albitausscheidungen konzentrisch übereinandergelagert sind.

[1]) Osann, Versuch einer chem. Klassifikation der Eruptivgesteine. T. M.

Digitized by Google

Das Zentrum eines andern 0·9 bis 1·2 *mm* großen Krystalls besteht aus Plagioklas (Albit-Oligoklas) mit Einschlüssen von Biotit und einem farblosen, isotropen Mineral mit sich kreuzenden Spaltrissen, das — nach seinem bedeutend geringeren Brechungsvermögen als das des Feldspates und des Kanadabalsams — als Fluorit bestimmt wurde. Isomorph um den Plagioklas gelagert ist ein entmischter Kali-Natron-Feldspat mit idiomorpher Begrenzung, der selbst wieder umrahmt ist von einem Kranz aus Quarz und Feldspat in granophyrischer Verwachsung, wobei dieser Feldspat die gleichen Entmischungserscheinungen und die gleiche optische Orientierung wie die innere Zone aufweist. Nach außen geht die granophyrische Zone in unregelmäßiger Begrenzung in ein aplitisch-körniges Gemenge von Quarz und Feldspat über.

Für die Ausscheidungsfolge ergeben sich folgende Tatsachen. Nach den ersten Bildungen von Glimmer und Fluorit krystallisierte das Calcium-Natrium-Silikat als Plagioklas, worauf aus der hauptsächlich Kalium-Natrium-Silikat und freie Kieselsäure enthaltenden Lösung erst das Kalium-Natrium-Silikat auskrystallisierte, und als für den Rest der Lösung das eutektische Mischungsverhältnis eintrat, wurden Quarz und Feldspat in granophyrischer Verwachsung ausgeschieden.

Die Plagioklase zeigen Auslöschungsschiefen von $11^1/_2$, 12, $12^1/_2$, $10^1/_2$, 15°, am häufigsten solche von 12°. Das Lichtbrechungsvermögen ist überall geringer als das des Quarzes, woraus auf saueu Albit-Oligoklas zu schließen ist.

Während die Kalk-Natron-Feldspäte durch feinschuppige Glimmereinlagerungen getrübt sind, erscheinen die Natron-Kali-Feldspäte, Mikroperthit und Mikroklinmikroperthit frisch. Reiner Orthoklas ist unter den Einsprenglingen nicht zu beobachten.

Wohl eines der ersten Krystallisationsprodukte sind einzelne idiomorphe Orthite, kenntlich an der hohen Lichtbrechung und dem Pleochroismus in tiefbraunen und hellgelbbraunen Tönen. Charakteristisch ist seine Umrandung durch hellen Pistazit.

Der Biotit, hier oft in größeren, wenig deformierten Spaltblättchen entwickelt, zeigt pleochroitisch strohgelbe und intensiv grüne Farben, die bei einzelnen Blättchen wahrscheinlich infolge Oxydation des FeO olivengrün werden.

Vergesellschaftet mit den Glimmern sind zahlreiche Epidotkörner, spärlicher Apatit, Zirkon und Magnetit.

Digitized by Google

Zwischen diesen größern Einsprenglingen bilden als zweite Ausscheidungsfolge Quarz, gestreifte und ungestreifte Feldspäte ein aplitisches, panallotriomorph-körniges Gemenge, das mit der Entfernung vom Kontakt an Korngröße zunimmt.

Die Plagioklase der Grundmasse besitzen 2, 4, 15 und 16° Auslöschungsschiefe. Das Lichtbrechungsvermögen ist nach zahlreichen Bestimmungen in allen Stellungen kleiner als bei Quarz; somit dürfte auch hier Albit oder saurer Albit-Oligoklas vorliegen.

Fast gleich an Menge sind die Kali-Natron-Feldspäte vertreten durch Mikroperthit, seltener Mikroklinmikroperthit, denen sich noch Orthoklas in Zwillingen nach dem Karlsbader Gesetz beigesellt. Mikroperthit und Orthoklas sind oft äußerst fein mikropegmatitisch mit Quarz verwachsen.

Kleine grüne Biotitblättchen, sowie Muscovitschuppen sind überall in der Grundmasse zerstreut.

Die Struktur ist nach der beschriebenen Ausbildung der Gemengteile holokrystallin porphyrisch mit aplitischer Grundmasse, und es entspricht somit das untersuchte Gestein einer porphyrischen Randfazies des zentralen Granites.

Chemische Verhältnisse.

Analyse I. Granit (porphyrisch), Voralp.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . .	—	73·68	—	73·68	79·78
TiO_2 . .	—	Spur	—	Spur	—
Al_2O_3 . .	12·78	12·63	—	12·70	8·09
Fe_2O_3 . .	1·40[1])	1·28	—	1·34	—
FeO . . .	—	—	0·89	0·89	1·89[2])
MgO . .	0·16	0·25	—	0·21	0·34
CaO . . .	1·17	1·10	—	1·13	1·31
Na_2O . .	4·65	—	—	4·65	4·88
K_2O . . .	5·37	—	—	5·37	3·71
H_2O unter 110°	—	—	—	0·12	—
H_2O über 110°	—	—	—	0·35	—
			Summa .	100·44	100·00

[1]) Das der gefundenen Menge FeO entsprechende Fe_2O_3 wurde von dem in den Aufschlüssen bestimmten Gesamt-Fe_2O_3-Gehalt subtrahiert und nur der Rest als wirklich vorhandenes Fe_2O_3 angegeben.

[2]) Nach dem Vorgehen Osanns wurde bei allen Analysen sämtliches Eisen als FeO verrechnet.

Digitized by Google

Das spezifische Gewicht beträgt: 2·64.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
79·78	8·59	0	3·04	15	0	5	5·7	5·7	1·46

Analyse II. Granit (basisch) (Quarzsyenit), Voralp.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . .	—	66·19	—	66·19	74·01
TiO_2 . .	0·20	0·18	—	0·19	0·14
Al_2O_3 . .	14·26	14·18	—	14·22	9·38
Fe_2O_3 . .	3·04	3·12	—	3·08	—
FeO . . .	—	—	1·70	1·70	4·19
MgO . .	—	0·54	—	0·54	0·90
CaO . . .	1·28	1·20	—	1·24	1·50
Na_2O . .	4·98	—	—	4·98	5·42
K_2O . . .	6·25	—	—	6·25	4·46
H_2O unter 110°	—	—	—	0·15	—
H_2O über 110°	—	—	—	1·14	—
			Summa .	99·68	100·00

Das spezifische Gewicht beträgt: 2·68.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
74·15	9·88	0	6·09	12·5	0	7·5	5·4	7·5	1·13

Der hohe Gehalt an Alkalien und Eisen, gegenüber denen Kalk zurücktritt, weist beide Gesteine in die Alkalireihe, was sowohl aus den gefundenen Mineralkombinationen als auch aus der Zusammenstellung von Analysen resultiert, wobei nach Osanns[1]) Vorgehen die charakteristischen Werte s, a, c, f, n, m, k verglichen wurden.

Wie aus den Molekularproportionen hervorgeht, sind die beiden analysierten Gesteine aus der Voralp mit „Tonerde ungesättigt", indem bei beiden Al_2O_3 um 0·50 unter der Summe $(Na_2 + K_2)$ O zurückbleibt. Infolgedessen wird der Wert C = o. Es ist dies nach Osann ein häufiges Verhalten der Gesteine der Alkalireihe, und als Erklärung wird für die meisten derartigen Gesteine ein Gehalt an Alkaliaugiten oder Alkalihornblenden angegeben.

[1]) Tschermaks Mitteilungen, Bd. XIX.

Digitized by Google

Bei den Graniten der Voralp konnte keines dieser Mineralien beobachtet werden, und es muß die Ursache dieses Verhältnisses eine andere sein. Dasselbe Resultat wurde zu wiederholten Malen auch bei Granitporphyrgängen gefunden, und da bei den angewandten Analysenmethoden ein Fehlen von Al_2O_3 gegenüber einem Überschuß an Alkalien kaum eintreten kann, hat die Annahme eines Analysenfehlers wenig Berechtigung; es muß die Ursache in einer eigenartigen Zusammensetzung einzelner Gesteinskomponenten gesucht werden. Da Partialanalysen der einzelnen Gemengteile noch fehlen, bleibt diese Frage noch offen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß Nr. 3 der Tabelle, ein Alkaligranit von Drammen, ebenfalls mit Tonerde ungesättigt ist, nach Brögger[1]) jedoch weder Aegirin noch Augit enthält. Schon Lang[2]) erwähnt, ohne eine Erklärung zu geben, eine Anzahl Gesteine mit einem Überschuß an Alkalien, der nicht durch Alkalihornblenden oder Augit begründet werden kann.

Das Verhältnis der Alkalien unter sich ist bei beiden Gesteinen ungefähr dasselbe, während m bei dem basischen Granit entsprechend dem reichern Gehalt an Biotit größer, k dagegen bedeutend kleiner (nur 1·13) ist, was durch Abnahme an Quarz bedingt wird.

Der genetische Zusammenhang der beiden Gesteine der Voralp ergibt sich sowohl aus dem mikroskopischen Bild als aus den chemischen Verhältnissen und es darf der Quarzsyenit als ein randliches, basisches Differentiationsprodukt des zentralen Granites bezeichnet werden.

Der Granit von der Stockstege ist der typische saure Granit des Aarmassivs. Die chemische Übereinstimmung mit dem porphyrischen Granit der Voralp bestätigt die gleiche Konstitution der beiden strukturellen Varietäten.

Osann stellt bei den Alkaligraniten 2 Typen, Hougnatten und Quincy, auf, die ein bedeutendes Intervall in der Größe a aufweisen, indem bei Typus Hougnatten a=17 (Minimum 16·5) und bei Quincy 13 (Maximum 13·5) beträgt.

Der porphyrische Granit der Voralp hält nach dem Verhältnis $a_{15}\, c_0\, f_5$ die Mitte zwischen beiden Typen.

---

[1]) Groth, Zeitschrift für Krist., Bd. XVI, pag. 77.

[2]) Lang, Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine. Tschermaks Mitteilungen, Bd. XIII, pag. 124.

Digitized by Google

	s	a	c	f	n	m	k
1. Granit Voralp (porphyrisch) I.	**79·78**	**15**	**0**	**5**	**5·7**	**5·7**	**1·46**
2. Granit Stockstege (Grimsel)	79·62	14	0	6	6·6		1·45
3. Alkaligranit Drammen . .	82·88	15·5	0	4·5	5·3	7·6	1·75
4. Hornblende-Granit Hougnatten	79·11	17	0	3	7·1		1·35
5. Riebeckitgranit von Quincy	80·61	13·5	0	6·5	6	9	1·53
6. Quarzsyenit Voralp (bas. Granit) II.	**74·15**	**12·5**	**0**	**7·5**	**5·4**	**7·5**	**1·13**
7. Quarzsyenit Beaver Creek .	75·72	14	0	6	6	7·5	1·06
8. Nordmarkit Kristiania . .	70	12·5	0·5	7	6·5	7·5	0·91
9. Augitsyenit Mt. Ascutney .	73·18	12·5	1	6·5	5·6	6·7	1·13
10. Alkaligranit Drammen . .	80·83	12·5	0	7·5	5·3	8·4	1·67

2. Baltzer, Aarmassiv, l. c. pag. 20.
3. Brögger, Min. d. Syenitpegmatitgänge. Groth, Z. f. Krist., Bd. XVI.
4. Osann, Tiefengesteine, Analyse 1.
5. Osann, „ „ 4.
7. Osann, „ „ 42.
8. Osann, Tiefengesteine, Analyse 44.
9. Osann, „ „ 47.
10. Osann, „ „ 7.

s schwankt bei den Analysen der beiden Typen zwischen 79·02 und 83·62. Im Granit der Voralp beträgt s 79·78, der Kieselsäurekoeffizient 1·46; beide bleiben etwas unter den entsprechenden Mittelwerten der Osannschen Typen. Der saure Granit der Voralp mit der Formel $s_{80}\, a_{15}\, c_0\, f_5$ dürfte daher als Übergangstypus zwischen den beiden Typen der Alkaligranite, Hougnatten und Quincy, aufgestellt werden.

Unter den Alkaligraniten Osanns läßt sich keine Analyse mit der basischen Randfazies der Voralp parallelisieren; der Alkaligranit von Drammen (10.) besitzt zwar dasselbe Verhältnis von a, c, f, doch entsprechen ihm die Werte s = 80·83 und k = 1·67, während bei dem Gestein der Voralp s nur 74·15 und k 1·13 betragen.

Demselben Verhältnis von a c f entspricht bei den Quarzsyeniten ein Kieselsäuregehalt von 70.

Die basische Randfazies des Granits der Voralp kann als Übergangsglied von basischem Alkaligranit zu Quarz-

Digitized by Google

syenit bezeichnet werden, doch steht es dem letzteren näher und wäre zwischen die beiden Typen Beaver Creek und Nordmarkit einzuordnen.

Granitische Gesteine mit der Mineralkombination Quarz, Feldspäte und Glimmer finden sich häufig in den verschiedenartigsten Ausbildungen innerhalb der Schieferzone. Einzelne dieser Gesteine sind auffallend durch blauschwarze Feldspäte und dunkelbraune Glimmer, während andere infolge magmatischer Schlierung gebändert erscheinen. Häufig sind Aplitgänge; die kleinern zeigen oft durchgreifende Lagerung, während bis 10 *m* mächtige Gänge, z. B. am Hohmadgletscher südlich des Kilchlistockes, parallel der Schieferung eingelagert sind.

Einzelne dieser Gesteine werden im Zusammenhang mit Amphibolit noch besprochen; von den meisten fehlt jedoch die chemische Untersuchung, und so lasse ich sie noch unberücksichtigt.

B. Granitporphyr.

Baltzer[1]) beschreibt unter den Gesteinen der Schieferzone als häufige Einlagerungen zwischen Hornblendeschiefern und sericitischen Gneisen „Feldspatschiefer" aus dem Haslital und der Trift, wo sie am Kilchli- und am Thältistock mächtig entwickelt sind. Die gleichen Einlagerungen in heller und dunkler Varietät erwähnt er auch von der Sustenlimmi, mit der Vermutung, sie könnten den Südflügel von denen aus der Trift bilden. Die kurze Charakteristik des Gesteins lautet: „Das dünnplattige, dichte Gestein stellt ein Gemenge von viel Feldspat und wenig Quarz dar. Farbe grau oder grünlichgrau. Härte 6. Akzessorisch findet sich auch Eisenkies."

Das analoge Gestein beschreibt auch A. Müller[2]) aus dem Gorneren- und Maiental als Felsitschiefer und weist auf die Parallelität mit ähnlichen Gesteinen aus dem Maderanertal hin. Bemerkenswert ist folgende Angabe[3]): „Die dichte, feinsplitterige Masse dieser Schiefer gleicht in der Tat ganz der felsitischen Grundmasse mancher Quarzporphyre." Als erkennbare Gemengteile er-

[1]) Baltzer, Aarmassiv, l. c. pag. 42.

[2]) Müller, Die Gest. d. Göschener-, Gorneren- und Maientals. Verh. der natfur. Gesellsch. Basel, Bd. V.

[3]) L. c. pag. 439.

Digitized by Google

wähnt er „stellenweise kleine Feldspatkryställchen“ und einzelne runde Körner von Glasquarz.

Er betrachtet diese Gesteine als durch einen Verkieselungsprozeß in Hornstein umgewandelte dünnschiefrige Lagen eines ehemaligen dichten Kalksteines, wobei die helle Varietät aus hellen, die dunkle dagegen aus dunkelgefärbten Kalken hervorgegangen sei.

Aus dem Maien- und Gornerental erwähnt Müller je einen Block Quarzporphyr, „ganz ähnlich dem grauen Porphyr der Windgälle“.

Daß Baltzer den von Müller vorgeschlagenen Namen „Felsitschiefer“ als „besser für ein schiefriges Eruptivgestein passend“ nicht beibehalten wollte, ist nach seiner damaligen Auffassung der Genesis der zentralmassivischen Gesteine, zumal der Granit-Gneis-Kontaktverhältnisse, begreiflich.

Diese Gesteine sind offenbar identisch mit den von Studer[1]) angeführten Porphyrblöcken aus den Gandecken des Triftgletschers im Hasli, die er als dunkelgrüne, schwer ritzbare Gesteine, mit zu schwarzem Glase schmelzender Grundmasse und kleinen, rechteckigen Feldspatkrystallen, unter dem Titel „Felsitporphyre“ beschreibt.

Felsitporphyr soll nach C. Schmidt[2]) von Heim in der Moräne des Unter-Aargletschers gefunden worden sein. Von dieser Stelle erwähnt ihn auch Baltzer. Dieses Gestein findet sich ziemlich häufig sowohl in der Trift, wie namentlich im Voralptal und im Gebiet der südlichen Sustenhörner.

Ein vielfaches Begehen des Gebietes und eine systematische mikroskopische Vergleichung der einzelnen Vorkommen haben ergeben, daß sowohl die Porphyre von Studer, als auch die Felsitschiefer und Porphyre von Müller und zum Teil auch die Feldspatschiefer von Baltzer ein und dasselbe Gestein sind und im folgenden soll dessen eruptiver Ursprung und seine petrographische Zugehörigkeit nachgewiesen werden. Von diesen Gesteinen müssen indessen die von Baltzer erwähnten Feldspatschiefer des Kilchlistockes und ihre östliche Fortsetzung, die Schiefer des Thältistockes, getrennt werden, da ihr mikroskopisches Bild Trümmer-

[1]) Studer, Index der Petrographie, pag. 80.

[2]) C. Schmidt, Geol.-petr. Mittlg. über einige Porphyre d. Zentralalpen. N. J., Beil. Bd. IV.

Digitized by Google

struktur aufweist und sie sowohl makro- wie mikroskopisch von den bald massigen, bald schiefrigen Granitporphyren (den südlichen Feldspatschiefern der Sustenlimmi etc.) stark abweichen.

Zuerst wurden die typischen Granitporphyre untersucht.

Das nördlichste Vorkommen derselben findet sich etwa 250 *m* südlich des Sustenjochs als 4 *dm* mächtige Einlagerung in sericitischen Gneisen. Weiter nach Süden vorgehend, findet man alternierend mit verschiedenen Sericitgneisen, Hornblendeschiefern, Apliten und Pegmatiten Einlagerungen von Granitporphyr, die nach ihrer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern bis 100 *m* variieren.

Bei einer genauen Profilierung des östlichen Gehänges des Voralptales fand ich von der genannten Stelle an bis etwa 200 *m* nördlich der Bodmenhütte 34 solcher Einlagerungen, die alle denselben Charakter tragen und eine Gesamtmächtigkeit von 200 bis 250 *m* besitzen, wovon etwa 100 *m* auf ein einziges, mächtiges Vorkommen nördlich der Klubhütte entfallen.

Dieselben Einlagerungen finden sich auch am Nordrand der zentralen Granitzone, eingeschlossen von Granit.

Weiter nach S. vorgehend, konnten sie im zentralen Teil dieser Zone nicht beobachtet werden, dagegen treten sie in der Nähe der südlichen Grenze wieder häufig auf. Mit den nördlichen Granitporphyren genau identische Gesteine finden sich z. B. in mehrfachen Einlagerungen an den Gipfeln südlich der Göscheneralp, z. B. am Hinter-Feldschyn und am Winterstock.

Trotz der verschiedenartigen Ausbildungen, die variieren von dünnschiefrigen zu dickplattigen, massigen, von dichten, felsitischen, hälleflintartigen mit wenig und nur kleinen Einsprenglingen zu grobkörnig porphyrischen mit Krystallen bis $1^1/_2$ *cm* Länge, zeigen sämtliche Einlagerungen typische, einheitliche Merkmale, die sie schon makroskopisch als zusammengehörig erkennen lassen.

Alle besitzen bei deutlich schiefriger Textur, die nur bei wenigen Vorkommen der massigen weicht, dann aber durch eine dickplattige Absonderung ersetzt wird, auf dem Querbruch porphyrische Struktur. In einer makroskopisch durchaus homogenen, felsitischen Grundmasse, deren Farbe variiert zwischen schwarz, blaugrau, grünlich, grauweiß und weiß, liegen ohne parallele Orientierung Krystalle von Feldspat und Quarz, wobei der Feldspat schon makroskopisch seine idiomorphe Gestalt in kurzen rechteckigen Querschnitten kundgibt. Kleine, läng-

Digitized by Google

liche dunkle Flecken, die zudem bei der hellen Varietät ganz fehlen, sind die einzigen Spuren eines dunklen Gemengteiles. Diese fast felsitisch aussehenden, dünnschiefrigen Gänge an den Gratzacken des Fleckistockes, der südlichen Sustenhörner und der Sustenlimmi bergen neben sehr spärlichen Feldspäten hexaëdrisch begrenzte Pyritkrystalle von 0·4—0·6 *mm* Kantenlänge.

Der Hauptbruch zeigt ausgequetschte, sericitisch glänzende, bald hellere, bald dunklere Glimmerflasern, die sich mit der Grundmasse zwischen den Einsprenglingen durchwinden und dadurch dem Gestein parallel der Schieferung ein uneben knotiges Aussehen verleihen, das je nach Zahl und Größe der Einsprenglinge variiert, jedoch für alle Vorkommen von Granitporphyr innerhalb der Schieferzone typisch ist. Auch der quarzitähnliche Felsitschiefer, der auf dem Querbruch oft gar keine Einsprenglinge erkennen läßt, zeigt auf dem Hauptbruch kleine, weizenkornähnliche Erhöhungen und Vertiefungen, welche auf vorhandene größere Krystalle hinweisen.

Wechselnd bei den einzelnen Einlagerungen sind, außer der Farbe, nur Zahl und Größe der Einsprenglinge und der Grad der schiefrigen Ausbildung.

Wie weit die Schieferung gehen kann, zeigen namentlich die oben erwähnten hellen Varietäten. Das Gestein der Granitporphyrgänge südlich vom Sustenhorn gegen P. 3339 hin erscheint ganz aufgeblättert. Mit Leichtigkeit kann man Platten von 20—30 dm^2 Fläche und 3—5 *mm* Dicke lostrennen. Infolge Zersetzung des Pyrites sind die Schieferungsflächen ganz rostig, wodurch diese Einlagerungen rot gefärbt erscheinen; nur der Querbruch zeigt dann helle, felsitische Grundmasse.

Parallel mit der Gleichheit der Gesteinsbeschaffenheit geht auch eine Übereinstimmung in der geologischen Lagerung. Als verschieden mächtige Einlagerungen sowohl im Granit als in sericitischen Gneisen und Hornblendeschiefern verlaufen sie nach Streichen und Fallen parallel dem Nebengestein. Infolge starken Druckes zeigen sich oft bauchige Ausbuchtungen, denen dann auch die plattige Absonderung folgt, so daß die Gänge ein gewundenes Aussehen erhalten. Die Hauptschieferungs- oder Absonderungsrichtung, nach welcher auch der dünnplattige Zerfall des Gesteins erfolgt, verläuft parallel den Salbändern, meist steil (68—75°) S. E. fallend. Zu dieser treten zwei weitere Kluftsysteme hinzu, von denen das eine fast senkrecht

Digitized by Google

steht und ungefähr 30° S. E. streicht, während das andere, schwach S. E. fallend, eine treppenförmige Gliederung der Gangmassen erzeugt. Diese drei Absonderungsrichtungen bedingen oft einen vollkommen parallelepipedischen Zerfall des Gesteins.

Die für Gänge sonst charakteristische, typisch intrusive Lagerung konnte nirgends beobachtet werden, ebensowenig wie exomorphe Wirkungen eines Eruptivkontaktes.

Nirgends zeigt sich ein apophysenartiger Zusammenhang von Granitporphyr mit dem zugehörigen Tiefengestein, dem Granit. Die schmalen, etwa 10 *m* vom Kontakt südlich des Sustenhorns entfernten Granitporphyrgänge verlaufen parallel der Granit-Gneisgrenze. Die überall zu beobachtende, parallele Lagerung weist das Gestein scheinbar zu den Sedimenten, wohin es auch von Müller und Baltzer gerechnet wurde.

Daß Baltzer die dichten quarzitischen Feldspatschiefer an Hand nur makroskopischer Beobachtungen nicht als eruptiv betrachtete, ist begreiflich. Die dem Granit eingelagerten Vorkommen der Voralp müssen dem so genauen Beobachter entgangen sein, sonst würde er keinen Anstand genommen haben, das Gestein als porphyrisch und eruptiv zu bezeichnen.

Einzig bei diesen drei Vorkommen mit großen Einsprenglingen läßt sich ein Unterschied von Gangmitte und Ganggrenze erkennen, indem hier das Salband arm an Einsprenglingen und felsitisch wird und so ganz das Aussehen der felsitischen Gänge innerhalb der Schieferzone erhält.

Die hier vorkommenden Granitporphyre gruppieren sich zu drei Haupttypen:

a) Der massige porphyrische Typus.

Als Untersuchungsmaterial diente vorerst das am wenigsten dynamische Veränderungen aufweisende Gestein eines etwa 5 *m* mächtigen Ganges im Granit östlich der Flachensteinenhütte (Voralp), der sich durch die steile Felswand hinauf bis „Auf den Flühen" verfolgen läßt, wo er sich unter Gehängeschutt verliert.

In einer blaugrauen, harten, felsitischen Grundmasse erkennt man bis $1^1/_2$ *cm* große, idiomorph begrenzte, weißlich glänzende Spaltflächen von Feldspat, neben welchen rundlich oder dihexaedrisch begrenzte Körner von glasigem Quarz auftreten. Schmale, durch die Grundmasse verteilte, dunkle Streifen, die parallel der Absonderungs-

Digitized by Google

richtung als größere Flasern erscheinen, sind die einzige Andeutung eines dunklen Gemengteiles und ihre Ausbildung läßt auf Biotit schließen.

Infolge Auswitterung treten die Feldspatkrystalle aus dem Gestein hervor und lassen stellenweise säulige Entwicklung durch die Flächen (001) und (010) erkennen, zu denen noch ein kurzes Prisma und ein Orthodoma hinzutreten (Typus Baveno).

Durch die mikroskopische Beobachtung wird das makroskopische Bild bestätigt und vervollständigt.

In einer scheinbar homogenen, hier als feinkörniges Aggregat erscheinenden Grundmasse eingebettet erblickt man Krystalle von Feldspat und Quarz.

Wo der Quarz nicht durch mechanische oder chemische Kräfte verändert wurde, zeigt er dihexaedrische Formen mit kurzen Prismen, in Schnitten annähernd parallel (0001) hexagonale Umgrenzung. Infolge der im Effusionsstadium wirksamen chemischen Kräfte sind Kanten und Ecken meist stark abgerundet. Sackartige, mit Grundmasse ausgefüllte Einbuchtungen sind Wirkungen der magmatischen Korrosion, die oft fast zur vollständigen Auflösung schon gebildeter Quarzkrystalle führte, von denen dann nur, durch Grundmasse voneinander getrennte, optisch einheitlich orientierte, unregelmäßig lappig begrenzte Reste übrig geblieben sind. Neben diesen chemischen Deformationen erscheinen auch mechanische, jedoch lange nicht so stark ausgebildet wie bei den schiefrigen Varietäten. Die größeren Krystalle zeigen neben undulöser Auslöschung unregelmäßige Risse und Sprünge, längs denen der Quarz zwischen gekreuzten Nikols in ein körniges Aggregat aufgelöst erscheint.

Neben Flüssigkeitseinschlüssen mit oft dihexaedrischer Begrenzung und Libellen finden sich kleine Glimmerblättchen eingeschlossen.

In fast gleicher Menge wie Quarz finden wir zwei Feldspate mit meist idiomorpher Gestalt, die jedoch infolge der magmatischen Korrosion oft durch abgerundete Ecken und Kanten beeinträchtigt wird; sackartige Einbuchtungen sind selten zu beobachten. Der oft frische Plagioklas zeigt deutliche Zwillingslamellierung mit symmetrischen Auslöschungsschiefen von 18°, 11°, 14°, 13°, 8°, 15°.

Schnitte senkrecht a zeigten 15°.

Nach diesen Auslöschungsschiefen, welche ein Maximum der Häufigkeit von 15° zeigen, ist der Feldspat nicht eindeutig zu be-

Digitized by Google

stimmen. Man hat die Wahl zwischen Andesin oder Albit bis Albit-Oligoklas. Für Albit spricht die Auslöschungsschiefe senkrecht a.

Überall, wo ein Vergleich mit Quarz nach der Lichtbrechungsmethode von Becke möglich war, zeigte der Quarz in Kreuz- und Parallelstellung, und zwar in Granitporphyren verschiedener Gänge, stets ein höheres Brechungsvermögen. Es dürfte somit der Plagioklas zum Teil Albit, zum Teil Albit-Oligoklas sein.

Neben diesen Plagioklasen finden sich als Entmischungsprodukte eines Kali-Natronfeldspates Mikroperthit und stellenweise Mikroklinmikroperthit.

Orthoklaseinsprenglinge sind nur selten zu beobachten und zeigen dann meist Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz.

Nesterartig ist eine pegmatitische Verwachsung von Quarz und Mikroperthit vorhanden.

Als Einschlüsse finden sich Biotitblättchen, pleochroitisch in hellgelben und olivenbraunen Tönen und als sekundäre Umwandlungsprodukte Epidot in kleinen Körnern, sowie feine Schuppen eines stark doppelbrechenden, farblosen Glimmers (Sericit) nebst einzelnen Calcitausscheidungen. Infolge der bei der Effusion wirksamen, mechanischen Kräfte sind oft Feldspatkrystalle zerbrochen, die Teile aneinander verschoben und durch Feldspatsubstanz wieder verkittet.

Biotit als einziger dunkler Hauptgemengteil zeigt nie idiomorphe Gestalt und bildet nur selten größere zusammenhängende Blättchen, die dann meist den Spaltblättchen nach (001) entsprechen. Meist bildet er kleinere und größere Aggregate von wirr durcheinander gelagerten Blättchen, mit welchen verschiedene Mineralien der ersten Krystallisationsperiode, Magnetit, Zirkon und Apatit, sowie einige Umwandlungsprodukte vergesellschaftet sind. Spaltblättchen parallel (001) zeigen fast keinen Pleochroismus und im konvergenten Licht das Achsenbild einachsiger Substanzen. Blättchen senkrecht zur Spaltbarkeit sind stark pleochroitisch; a hellgelb, b und c dunkel olivenbraun.

Neben in die Länge gezogenen, unregelmäßig begrenzten Flasern treten geradlinig gegen die Grundmasse abgegrenzte Formen auf, mit sechsseitigem oder spitzrhombischem Umriß, die sich Feldspat gegenüber idiomorph verhalten.

Namentlich die rhombischen Formen gleichen Querschnitten von Hornblendeprismen, zu denen dann bei den sechsseitigen Um-

Digitized by Google

rissen noch das seitliche Pinakoid hinzutreten würde. Dieser Umstand, sowie die zahlreichen, zwischen den Glimmerblättchen eingelagerten Epidot- und Quarzkörner weisen auf teilweise sekundäre Entstehung des Biotits, auf eine Umwandlungspseudomorphose nach Hornblende.

Als wenig häufige akzessorische Gemengteile, in Gesellschaft mit dem dunklen Glimmer, beobachtet man rundliche, helle Körner von Granat mit unregelmäßigen Spaltrissen sowie spärlichen Magnetit mit Titanitrand, kleine idiomorphe Prismen von Zirkon (die in Schnitten parallel (001) die Flächen (110) und (100) erkennen lassen) und kleine Körner Titanit.

In einem Schliff wurde als seltener Übergemengteil Orthit mit idiomorpher Begrenzung und den Dimensionen von 0·15 und 0·22 *mm* gefunden. Ein Schnitt annähernd parallel (010) zeigt die Flächen (100), (001) und ein Orthodoma. Auslöschungsschiefe: $a : a = 26°$; Pleochroismus: a hellrötlich gelb c dunkelbraun; Absorption: $c > a$.

Die Grundmasse bildet ein allotriomorph kleinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspat, die beide im polarisierten Licht graue Farben zeigen und sich erst unterscheiden lassen bei Vergleich des Lichtbrechungsvermögens. Die einzelnen Körner sind unregelmäßig und greifen zackig ineinander. Es war auch in dünnen, randlichen Partien der Schliffe und bei starker Vergrößerung nicht möglich, eine Ausscheidungsfolge unter den Gemengteilen der Grundmasse zu erkennen. Kleine Schuppen und Fasern eines farblosen bis schwach grünlichen Glimmers sowie kleine Epidotkörner finden sich überall in der Grundmasse zerstreut. Eine Anordnung der einzelnen Grundmassebestandteile tritt bei diesem massigen Typus nicht ein. Nur um die Einsprenglinge herum erscheint oft eine Parallelstellung der farblosen Glimmerschuppen, so daß eine Art Fluidaltextur zustande kommt. Diese Grundmasse entspricht dem von Rosenbusch[1]) für Granitporphyre aufgestellten zweiten Grundmassentypus, den er allerdings als kryptomere Ausbildung der mikrogranitischen Grundmasse auffaßt und diese Art der Entwicklung als „Quarzporphyrfazies der Granitporphyre" bezeichnet. Diese Bezeichnung wäre auch für das beschriebene Gestein passend.

[1]) Rosenbusch, Physiogr. der massigen Gest., III. Aufl., pag. 404.

Digitized by Google

Die Struktur ist holokrystallin porphyrisch mit feinkörniger Grundmasse; nach den Gemengteilen und der Struktur zu schließen, könnte man das Gestein sowohl den Granitporphyren als den Quarzporphyren zuteilen.

Ein Vergleich mit den von Duparc[1]) abgebildeten Quarzporphyrschliffen des Mont Blanc zeigt, daß diese als „Mikrogranulite" bezeichnete, holokrystalline Grundmasse eher gröberes Korn zeigt als die aus der Voralp. Wenn hier nun doch der Name Granitporphyr beibehalten wird, so geschieht es hauptsächlich, um den Gangcharakter des Gesteins zu wahren; daß es sich hier um Oberflächenergüsse, auf welche der Name Quarzporphyr hinweist, handeln könnte, ist nach der beobachteten geologischen Lagerung der meisten Vorkommen unwahrscheinlich.

Die als Quarzporphyre vom Mont Blanc beschriebenen Gesteine zeigen analoge Lagerungsverhältnisse wie die aus der Voralp, so daß vielleicht auch dort der Name Granitporphyr mehr Berechtigung hätte, oder man verzichte auf eine Unterscheidung von Gang- und Ergußgestein und wende den Namen Quarzporphyr für beide Formen an.

Auch ein Vergleich der spezifischen Gewichte, welche bei Quarzporphyren durchschnittlich 2·58—2·59 und bei Granitporphyren 2·64—2·68 betragen, weist unser Gestein mit einem spezifischen Gewicht von 2·64 in letztere Gruppe.

Das Bild dieser Granitporphyre wird durch einige Beobachtungen an den zwei südlichen Gängen im Granit noch erweitert und vervollständigt. Diese Gänge zeigen bei derselben grobkrystallinen Ausbildung schiefrige Textur, die stellenweise zur flaserigen wird. Der südliche Gang, der nördlich des großen Couloirs über der „Bodmenhütte" in einer Mächtigkeit von 8 *m* entwickelt ist, läßt zu beiden Seiten etwa 2 *dm* breite felsitische Salbänder mit wenig Einsprenglingen erkennen. An einer Stelle findet sich ein losgetrenntes Granitstück im Gangmaterial eingeschlossen, und ein Schliff durch eine Kontaktstelle mit dem Granit zeigt mechanisch voneinander getrennte Gemengteile, zwischen denen die Grundmasse des Granitporphyrs eingedrungen ist, ein Umstand, der mit Sicherheit auf

[1]) Duparc, „Le Massif du Mt. Blanc". Mémoires de la société de Physique etc. Genève, XXXIII.

Digitized by Google

eruptiven Ursprung und ein jüngeres Alter als das des Granits hinweist.

Die Grundmasse der Gangmitte ist, gegenüber der früher beschriebenen, mikrogranitisch. Der Feldspat ist in kleinen, länglichen Leistchen mit meist unregelmäßig zackiger, seltener mit rechteckiger Begrenzung entwickelt. Die Auslöschungsschiefe einzelner Mikrolithe, gemessen zu 14°, 13°, 15°, 16°, 15°, sowie eine fast gerade Auslöschung auf Leistchen mit feiner Kreuzlamellierung lassen den Grundmassenfeldspat teils als Albit, teils als Mikroklin erkennen. Die Zwischenmasse besteht zum Teil aus Quarz und zum Teil aus Feldspat. (Orthoklas.)

Die Salbänder bilden direkt den strukturellen Übergang zu den felsitischen Gängen mit wenig Einsprenglingen innerhalb der Schieferzone, von denen sie sich, wenn außer Zusammenhang gefunden, makroskopisch nicht würden unterscheiden lassen.

Mikroskopisch zeigen sie ein spärliches Auftreten von Einsprenglingen und gegenüber der Gangmitte eine feinkörnigere Grundmasse, die dem erstbeschriebenen Typus entspricht.

b) Der schiefrige porphyrische Typus.

Es würde nur eine Wiederholung der bei andern Granitporphyr-Vorkommen (Bodegang, Griesscharte, Mont Blanc) beschriebenen Deformationserscheinungen sein, wollte ich all die dynamischen Erscheinungen, die das mikroskopische Bild dieser geschieferten Granitporphyre zeigt, eingehend beschreiben. Es sollen daher nur die charakteristischen Unterschiede gegenüber dem massigen Typus hervorgehoben werden.

Makroskopisch zeigt der Hauptbruch das knotige, unebene Aussehen mit großen, dunklen Glimmerflasern, während sich im Querbruch Grundmasse und dunkle Glimmer zwischen Quarz und Feldspateinsprenglingen durchwinden.

Unter dem Mikroskop häufen sich all die Erscheinungen, die zum Teil auf Protoklase, zum Teil auf Kataklase zurückzuführen sind. Die Feldspäte sind oft zerbrochen, die Teile gegeneinander verschoben und gedreht und die Risse mit sekundär gebildeten Ausscheidungen ausgefüllt. Entmischungen sind häufiger und führen oft neben Mikroperthitbildungen zu schachbrettartigen Durchwachsungen von Plagioklasen.

Digitized by Google

Die gesetzmäßige Umgrenzung der Glimmeraggregate ist nicht mehr zu beobachten. An ihrer Stelle erscheinen lange, dünne, oft gewundene Streifen feinster Glimmerschuppen, die sich mit der Grundmasse zwischen den Einsprenglingen durchwinden, und da auch die farblosen Glimmer sich analog verhalten, erscheint die Grundmasse, namentlich zwischen nah beieinander gelegenen Krystallen, deutlich fluidal texturiert.

Der Quarz zeigt oft neben undulöser Auslöschung linsenartige Streckungen und weitgehende Zertrümmerung, die zu vollständiger Auflösung der Krystalle in ein kleinkörniges Quarzmosaik führen kann, welches sich von der Grundmasse oft nur durch etwas lebhaftere Polarisationsfarben sowie das Zurücktreten der glimmerigen Bestandteile unterscheiden läßt.

Sphärolithe. Eigentümliche strukturelle Verhältnisse zeigt der Granitporphyr aus dem 100 *m* mächtigen Gang nördlich der Voralpklubhütte. Trotz der starken Mächtigkeit zeigt die Gangmitte die gleiche, feine, allotriomorph körnige Grundmasse wie in weniger mächtigen Gängen. Das Gestein ist deutlich geschiefert. Quarz als idiomorpher Einsprengling fehlt vollständig; er bildet streifenförmige, kleinkörnige Aggregate. Der Plagioklas, der nach seinem geringen Lichtbrechungsvermögen im Vergleich mit Quarz als Albit-Oligoklas bestimmt wurde, sowie einzelne Krystalle von Mikroperthit zeigen idiomorphe Gestalt, während der Orthoklas in Sphärokrystallen ausgebildet ist, welche zwischen gekreuzten Nicols die sphärische Aggregatpolarisation zeigen. Die Umgrenzung ist bald unregelmäßig elliptisch, bald stark in die Länge gezogen; stellenweise treten nur Sektoren aus Sphärolithen auf.

Um das oft von Magnetit oder radial angeordneten Glimmerfasern eingenommene Zentrum eines elliptischen Sphärolithen gruppieren sich büschelförmig divergierende Feldspataggregate, zwischen denen einzelne Quarzkörner zu beobachten sind. Durch diese erscheinen die Sphärolithe lappig ausgerandet oder radial ausgefasert. Oft finden wir halbkreisförmige Krystalle angelagert an idiomorphe Flächen von Plagioklas. Häufig sind die elliptischen Formen in der Richtung der Schieferung gestreckt und auseinander gerissen. Längs einer Achse gruppieren sich, gleich Ährchen an einer Spindel, die Feldspatbüschel so, daß die beiden Achsenenden Zentren von Sphärolithsektoren mit Bogen von 100°—120° bilden, während zu beiden

Digitized by Google

Seiten der Achse die Fasern sich erst der einen und dann der andern Endpartie anschmiegen und in der Mitte vertikal abstehen. Die Dimensionen betragen 0·3—1·5 *mm*, längs der Streckung bis 2·5 *mm*.

Die meisten Fasern zeigen gerade oder nur wenig schiefe Auslöschung, so daß, in Übereinstimmung mit dem bedeutend geringern Lichtbrechungsvermögen als das des Quarzes, der Feldspat als Orthoklas bestimmt wurde. Dem ganzen Sphärolithen schmiegt sich die Grundmasse in Fluidaltextur an, woraus hervorgeht, daß der Feldspat vor der Erstarrung der Grundmasse gebildet wurde. Ob die Sphärolithbildung primär bei der Auskrystallisation der Feldspatsubstanz oder sekundär aus einem normal gebildeten Orthoklas entstanden sei, ist schwierig zu entscheiden.

Daß dynamische Kräfte mitwirkten, muß für beide Möglichkeiten angenommen werden, da sonst diese Streckung längs einer Achse nicht zu erklären wäre.

Da der Plagioklas seine idiomorphe Gestalt bewahrt hat und überhaupt wenig dynamische Einwirkungen zeigt, ist es unwahrscheinlich, daß der Orthoklas als ebenfalls fertig gebildeter Krystall diese mechanische Umformung allein hätte erleiden sollen, ohne daß dabei der Plagioklas in Mitleidenschaft gezogen worden wäre. Zudem besitzen Orthoklase im Kontakt und im Druckschatten von Plagioklasen dieselbe radial faserige Ausbildung. Nach diesem Umstand ist es doch wahrscheinlicher, daß die Sphärolithstruktur primär bei der Verfestigung der Feldspatsubstanz entstanden sein muß. Die Erstarrung muß plötzlich, in einem Stadium eingetreten sein, in welchem die Feldspatmoleküle sich aus der magmatischen Lösung an gewissen Attraktionszentren angesammelt, aber noch nicht zu einem einheitlichen Orthoklaskrystall orientiert hatten.

Eine Streckung eines schon gebildeten Sphärolithen als sekundäre dynamische Wirkung ist nun leicht denkbar.

c) Der dichte, felsitische Typus.

Innerhalb der Schieferzone zeigen die Granitporphyre meist dichte, felsitische Ausbildung. Die Farbe ist dann entweder dunkelschwarz, blaugrau oder grauweiß (durch Verwitterung). Als einzige Einsprenglinge sind weiße, 2—6 *mm* große Feldspäte mit rechteckigem Querschnitt vorhanden. Der Hauptbruch ist meist glatt und zeigt nur hie und da, den Einsprenglingen entsprechend, kleine Er-

Digitized by Google

höhungen und Vertiefungen. Quer- und Längsbruch sind splittrig bis muschlig. Die dickplattigen, dunklen Vorkommen gleichen den Hälleflintas Schwedens, wie auch der Vergleich mit Dünnschliffen, außer den etwas zahlreicheren Einsprenglingen, vollkommene Übereinstimmung zeigt.

Unter dem Mikroskop ist Quarz als Einsprengling nur selten zu beobachten, da er in lange, streifige Aggregate umgewandelt wurde; dadurch tritt in der Grundmasse eine Art Paralleltextur ein, indem Streifen von Glimmern mit feinkörnigem Quarzmosaik und echter Grundmasse alternieren.

Wo aber ein Feldspateinsprengling vorhanden ist, tritt auch die fluidale Umschließung durch Grundmasse auf. Da das Salband bei dem massigen, grobkörnigen Typus analoge Strukturverhältnisse aufweist, ist die Identität beider Gesteine gegeben und der Name Granitporphyr auch für die Felsitschiefer berechtigt.

Chemismus.

Das Material zu einer chemischen Analyse wurde der Gangmitte des erstbeschriebenen, massigen Granitporphyrs entnommen, während bei einer zweiten chemischen Untersuchung das Salband des südlichen Ganges analysiert wurde. Die bezüglichen Resultate sind folgende:

Analyse III. Granitporphyr, Gangmitte, Voralp.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . .	—	74·63	—	74·63	80·92
TiO_2 . .	0·19	0·21	—	0·20	0·16
Al_2O_3 . .	11·35	11·23	—	11·29	7·26
Fe_2O_3 . .	1·42	1·54	—	1·48	
FeO . . .	—	—	0·44	0·44	1·61
MgO . .	0·74	0·66	—	0·70	1·14
CaO . . .	0·93	1·14 1·18 [1])	—	1·14	1·33
Na_2O . .	2·70	—	—	2·70	2·85
K_2O . . .	6·81	—	—	6·81	4·73
H_2O unter 110°	—	—	—	0·13	—
H_2O über 110°	—	—	—	0·57	—
			Summa .	100·09	100·00

[1]) Kontrolle.

Digitized by Google

Spezifisches Gewicht = 2·64.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
81·08	7·58	0	3·76	13·5	0	6·5	3·8	7·3	1·64

Analyse IV. Granitporphyr, Salband, Voralp.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . .	—	75·34	—	75·34	82·11
TiO_2 . .	—	Spur	—	Spur	—
Al_2O_3 . .	11·74	10·94 [1])	—	11·74	7·56
Fe_2O_3 . .	1·02	1·12	—	1·07	
FeO . .	—	—	0·36	0·36	1·19
MgO . .	0·32	0·37	—	0·35	0·57
CaO . .	0·90	0·95	—	0·93	1·09
Na_2O . .	3·12	—	—	3·12	3·31
K_2O . .	5·96	—	—	5·96	4·17
H_2O unter 110°	—	—	—	0·11	—
H_2O über 110°	—	—	—	0·48	—
			Summa .	99·46	100·00

Spezifisches Gewicht = 2·64.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
82·11	7·48	0·08	2·77	14·5	0	5·5	4·4	6·4	1·72

	s	a	c	f	n	m	k
1. Granitporphyr Voralp (III.)	**81·08**	**13·5**	**0**	**6·5**	**3·8**	**7·3**	**1·64**
2. Granitporphyr Voralp (IV.)	**82·11**	**14·5**	**0**	**5·5**	**4·4**	**6·4**	**1·72**
3. Granitporphyr Mt. Ascutney [2])	80·48	14	0	6	5·8	8·8	1·57
4. Granit Voralp (I.) . . .	79·78	15	0	5	5·7	5·7	1·46
5. Kaliliparit Hot Springs Hills [3])	82·58	14·5	0·5	5	4·3		1·73

Der hohe Gehalt an Alkalien gegenüber der geringen Menge CaO verweisen auch diese Gesteine in die Alkalireihe.

[1]) Zu wenig, da Rückstand von SiO_2-Bestimmung nicht dabei.

[2]) Osann, Ganggesteine Analyse 1.

[3]) Osann, Ergußgesteine Analyse 10.

Digitized by Google

Analyse III ist mit Tonerde ungesättigt. Der Überschuß an Alkalien beträgt 0·32. Analyse IV zeigt einen geringen Überschuß an Tonerde, doch wird bei beiden c=0.

Ein Vergleich mit den Osannschen Typen weist die Granitporphyre der Voralp zu den Alkaligranitporphyren, Typus Mt. Ascutney. Die Mittelwerte a, c und f aus den beiden Analysen entsprechen denjenigen des Granitporphyrs des Mt. Ascutney, dagegen ist der Kieselsäurekoeffizient bedeutend höher und erreicht die der Quarzporphyre und Liparite.

Die Werte n variieren etwas, ergeben jedoch bei beiden Analysen die Kalivormacht.

Der Zusammenhang mit dem Granit ergibt sich aus den analogen Werten für a, c, f, doch ist das Verhältnis der Alkalien unter sich ein umgekehrtes.

Im Osannschen Dreieck fallen die Projektionspunkte auf die Seite AF, in die Nähe des Granites, und infolge der etwas kleineren Werte von a näher gegen F hin.

Die Magmanachschübe, welche die Bildung der Granitporphyrgänge bedingten, entstammen offenbar einem etwas saureren Restmagma, in welchem das Verhältnis der Alkalien ein anderes geworden war als bei dem ursprünglichen Granitmagma.

C. Hornblendeminette.

Am Westabhang des Winterberges finden sich in Granit eingeschlossen und gegen diesen meist scharf abgegrenzt unregelmäßige, dunkle Einschlüsse, die entweder basischen Ausscheidungen oder mitgerissenen Schollen eines fremden Gesteins entsprechen. Ihre Größe schwankt zwischen einigen dm^3 bis $2\,m^3$. Das gleiche Gestein findet sich auch längs des einen Salbandes eines Granitporphyrganges im Granit des Voralptales; hier folgt es dem Granitporphyr als $2\,dm$ mächtiger Gang auf größere Entfernung, ist jedoch vom Granitporphyr durch einen schmalen, $1—2\,dm$ mächtigen Granitstreifen getrennt.

Diese Lagerungsweise schließt die Annahme einer Schollenein-lagerung aus, entspricht vielmehr einer lamprophyrischen Gangbildung.

Daß der schmale Streifen ein randliches, basisches Differentiationsprodukt des Granitporphyrs sei, kann nicht wohl angenommen werden, da er nur bei einem Gange und nur auf einer Seite zu

Digitized by Google

beobachten ist. Zudem ist das Salband des Granitporphyrs felsitisch und arm an Einsprenglingen, was auf rasche Abkühlung hinweist, die sich wohl nicht in dem Maße hätte geltend machen können, wenn eine randliche, basische Ausscheidung stattgefunden haben würde.

Während für diese schmale Einlagerung Gangbildung wahrscheinlich ist, kann zur Erklärung der dunklen Linsen im Granit infolge Identität der beiden Gesteine nur ein basisches Differentiationsprodukt des Granitmagmas angenommen werden. Schlierenbildung infolge lokaler Konzentration der Fe- und Mg-Verbindungen oder Anhäufung basischer Gemengteile, die an Ort und Stelle entstanden wären, kann nicht angenommen werden, da Übergänge fehlen und der Granit zu arm an Fe und Mg sein dürfte, um eine so weitgehende Konzentration dieser Verbindungen auf Raumteile von so geringen Dimensionen zu ermöglichen. Die eingelagerten Linsen lassen sich durch folgende etwas hypothetische Annahme erklären: Durch Differentiation in der Tiefe wurde das basische Magma abgetrennt, worauf bei der Eruption des Granites einzelne kleinere Massen davon mitgerissen wurden, die dann, ohne sich mit dem sauren Magma zu mischen, als basische Einlagerungen erstarrten. Die Ausfüllung der Gangspalte wäre auf einen Nachschub des basischen Magmas zurückzuführen.

Makroskopisch läßt das Gestein neben der schiefrigen Textur nur kleine Hornblendeprismen sowie feine, dunkle Glimmerschuppen erkennen.

Das Mikroskop zeigt ein unregelmäßiges, hypidiomorph körniges Gemenge von Apatit, Magnetit, Biotit und Hornblende, denen sich untergeordnete Aggregate von Feldspatresten, Epidot, Quarz und kleinen farblosen Glimmerfasern zugesellen.

Der Apatit bildet dick prismatische Krystalle mit unregelmäßigen Querrissen. Die Dimensionen schwanken zwischen 0·3 auf 0·14 *mm* und 0·11 auf 0·02 *mm*. Diese kleinern Individuen zeigen meist scharfe pyramidale Endbegrenzungen, Schnitte parallel (0001), sind rundlich oder hexagonal.

Der Apatit findet sich in Hornblenden und den Erzausscheidungen eingeschlossen, dürfte somit eines der ersten Krystallisationsprodukte sein.

Der Magnetit erscheint in zahlreichen, unregelmäßig lappig begrenzten Individuen, die ausnahmslos von einem 0·015—0·020 *mm*

Digitized by Google

breiten Kranz von kleinkörnigem Titanit (Leukoxen) eingeschlossen sind, woraus auf einen hohen Titangehalt des Magnetits geschlossen werden darf. Wo Apatitkrystalle randlich eingeschlossen sind, ist der Leukoxenrand unterbrochen.

Biotit ist nach dem Mengenverhältnis vorherrschend, doch fehlt idiomorphe Ausbildung. Meist bildet er regellose Aggregate, in welchen größere Blättchen nur spärlich auftreten. Pleochroismus: a=hellgelb, oft fast farblos, b und c olivenbraun bis grünlichbraun.

Ein Teil des Biotits dürfte sekundär aus Hornblende entstanden sein, wodurch diese ihre idiomorphe Ausbildung oft vollständig verliert.

In einem Schliff, in welchem Apatit und Erze etwas zurücktreten, zeigt die Hornblende zum Teil idiomorphe Ausbildung durch die Flächen (110) und (010), während terminale Flächen selten auftreten. Häufig ist die Umgrenzung lappig oder randlich ausgefasert, wobei eine Umwandlung in Biotit eintritt. Zwillinge nach (100) sind sehr selten. Der Pleochroismus ist stark; a hellgelb, b und c schmutziggrün.

Absorption $c > b > a$

Auslöschungsschiefe in Schnitten annähernd // (010) $c:\gamma$ 20°, 24°.

Als allotriomorphe Zwischenmasse erscheint Orthoklas nur noch in lappigen Resten, die gleiche optische Orientierung besitzen, erkennbar. Meist ist er erfüllt von Sericit und Epidot, letzterer offenbar unter Zufuhr von Kalk entstanden. In einzelnen Schliffen fehlen die Feldspatreste, und man erblickt nur ein feinkörniges Epidot-Sericit-Aggregat.

Einzelne Nester, erfüllt von kleinkörnigem Quarzmosaik, sind wohl sekundären Ursprungs.

Die Mineralkombination Biotit, Hornblende, Orthoklas, die sich aus einem Schliff des Voralpgesteins ergibt, entspricht derjenigen einer Hornblendeminette; Abweichungen von diesem Typus bestehen in einer lokalen Anhäufung des Magnetites und des Apatites, den mehr oder weniger intensiven Umwandlungserscheinungen des Feldspats und in dem wechselnden Mengenverhältnis von Biotit und Hornblende.

In einem Schliff mit reichlicher Hornblende beträgt das Verhältnis der beiden etwa 1:1, wodurch ein Übergang zu Vogesit angedeutet wird. Der im Vergleich zu Vogesit hohe Biotitgehalt verweist jedoch das Gestein zu den Minetten. — Analysiert wurde

Digitized by Google

eine apatit- und eisenreiche Probe aus dem erwähnten Kontakt mit dem Granitporphyrgang der Voralp.

Analyse V. Hornblendeminette, Voralp.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2. . .	—	43·37	—	43·37	47·89
TiO_2. . .	4·75	4·63	—	4·69	3·90
Al_2O_3 . .	10·02	9·90	—	9·96	6·50
Fe_2O_3 . .	9·64	9·65	—	9·64	—
FeO. . .	—	—	8·78	8·78	16·18
MgO . .	5·40	5·84	—	5·62	9·27
CaO. . .	9·21	9·26	—	9·23	11·00
Na_2O . .	0·97	—	—	0·97	1·04
K_2O. . .	4·76	—	—	4·76	3·36
P_2O_5 . .	—	—	—	1·82	0·86
H_2O unter 110°	—	—	—	0·07	—
H_2O über 110°	—	—	—	1·24	—
			Summa .	100·15	100·00

Spezifisches Gewischt = 3·13.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
51·79	4·40	2·10	34·35	2	1	17	2·6	7·4	0·80

Die chemische Analyse ergibt in Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befund einen hohen Gehalt an TiO_2, Fe-Oxyden und Phosphorsäure.

Der Phosphorsäure entsprechend beträgt der Apatitgehalt 4·26%. Der relativ hohe Kaligehalt ist aus den orthoklastischen Feldspatresten sowie aus dem Biotit herzuleiten.

	s	a	c	f	n	m	k
1. Hornblendeminette Voralp (V)	**51·79**	**2**	**1**	**17·0**	**2·6**	**2·4**	**0·80**
2. Hornblendeminette Framont[1])	49·00	2	1·5	16·5	4·7	7·1	0·73
3. Lamprophyrisches Gestein (Minette) Marlesreuth[2]) .	53·55	3	1·5	15·5	4·5	8·9	0·77

[1]) Rosenbusch, Elemente d. Petrographie.

[2]) Osann, Ganggesteine, Analyse 116.

Digitized by Google

Unter Osanns Typen lamprophyrischer Gesteine zeigt keiner bei ähnlicher Mineralkombination analoge Werte für s a c und f. Die Werte a der Osannschen Minettetypen sind höher (3—7) als bei diesem Gestein, während bei ungefähr gleichem c (0·5—3) f niedrigere Werte aufweist (11·5—15·5). Der Kieselsäuregehalt ist überall höher (53—58).

Die Analyse der Hornblendeminette von Framont zeigt fast übereinstimmende Werte für s, a, c und f mit dem Unterschied, daß die hohen Werte von f bei dem Voralpgestein auf den hohen Fe-Gehalt und bei der Hornblendeminette von Framont auf dem höheren MgO-Gehalt beruhen.

Eine Analyse des hornblendereicheren Gesteins mit weniger reichlichem Magnetit würde voraussichtlich auch im Fe- und Mg-Gehalt bessere Übereinstimmung zeigen.

Die dunklen Einlagerungen im Granit tragen somit mineralogisch und auch chemisch den Charakter von Hornblendeminetten und sind gleich diesen als lamprophyrisches Differentiationsprodukt eines granitodioritischen Magmas zu betrachten.

Unter Annahme des erwähnten genetischen Zusammenhangs der Vorkommen am Winterberg und in der Voralp darf für beide Gesteine die Bezeichnung Hornblendeminette angenommen werden.

D. „Injektionsamphibolit."

Wohl das auffallendste Gestein der Schieferzone ist ein in den Moränen des Trift-, Kehle- und Steingletschers, sowie in den Flußbetten der betreffenden Flüsse häufig in großen, rundlichen Blöcken zu treffender massiger Feldspatamphibolit von eigentümlichem, schlierigem Habitus.

In der Literatur ist dieses Gestein von verschiedenen Autoren berücksichtigt worden. Müller[1]) erwähnt es aus dem nördlichen Maderanertal und gibt ihm nach seinem makroskopischen Aussehen den Namen „Diorit". Schmidt[2]) bestimmt die unter dem Mikroskop beobachtete Gesteinszusammensetzung als die der Diorite und Heim[3])

[1]) Verhdl. der naturforsch. Gesellschaft, Basel, Bd. IV.

[2]) Neues Jahrbuch, Beilage Bd. IV, pag. 409.

[3]) Beitrag zur geol. Karte der Schweiz, Bd. XXV, pag. 100.

Digitized by Google

gibt eine kurze, makroskopische Beschreibung nebst Angabe der weiter östlich gelegenen Vorkommen. Baltzer[1]) weist ebenfalls auf das oft dioritartige Aussehen hin, ohne sie als Diorite zu bezeichnen, da er „derartige Lager nicht als eruptive Lagergänge auffaßt".

Alle diese Autoren erwähnen übereinstimmend eine oft „knollige Anhäufung von hornblendereichen oder feldspatreichen Partien", die dem Gestein ein gewundenes, schlieriges Aussehen verleihen.

Nach Baltzer setzen diese Gesteine westlich des Gauligletschers aus, um dann erst am Finsteraarhorn wieder aufzutreten.

Da sie in diesem Teile einen zusammenhängenden Streifen bilden, wurde Baltzer veranlaßt, sie als Zone der Hornblendeschiefer von der Zone der sericitischen Gneise und Phyllite etc. abzutrennen. Östlich des Haslitales teilt sie sich in einzelne linsenartige Streifen, die sowohl am Süd- und Nordrand, als auch in der Mitte beider Zonen (Baltzer) auftreten, somit eine Trennung in eine selbständige Zone nicht mehr gestatten. Zwischen die einzelnen Streifen eingelagert finden sich Sericit- und Biotitgneise, Konglomeratschiefer, Tonschiefer und Granitporphyre.

In den Profilen längs des Voralptales und des Kehlegletschers wurden, außer mehreren kleinern Vorkommen, 3 mächtigere Linsen dieses Gesteins beobachtet. Der nördlichste Streifen streicht von den Gratzacken südlich des Kilchlistockes zur Trifthütte, über P. 3446 der Hintern Tierberge zum Gwächtenhorn und Hintern Sustenhorn, von da übers Sustenjoch und südlich des Kalkkeiles vom Griesenhörnli hindurch ins Maiental. Ein mittlerer Streifen befindet sich direkt östlich vom Gipfel des Groß-Sustenhorns und der südlichste liegt nördlich der Granitgrenze, von dieser durch sericitische Gneise getrennt. Das mittlere und das südliche Vorkommen sind weniger mächtig und oft von Granitporphyren durchbrochen. Vom Haslital durch die Trift, Kehlen- und Voralp hindurch bis ins Maderanertal, wo dasselbe Gestein am Weg nach Golzern und auf der Südseite in den Bachschluchten am Nordabhang des Tscharren anstehend getroffen wird, zeigt es dieselbe eigenartige, massige, geschlierte Ausbildung.

Eingebettet in ein helles, oft ganz aplitisches Gestein finden sich eckige, schollenartige (mit scharfer Umgrenzung) oder mehr

[1]) Baltzer, „Aarmassiv", l. c. pag. 44.

Digitized by Google

schlierenartige (mit Übergängen) dunkle Einlagerungen, die größtenteils aus Hornblende und Feldspat bestehen.

Die Größe dieser Einschlüsse variiert von einigen cm^3 zu Stücken von 0·5 m^3 und darüber. Am häufigsten sind solche von 20 bis 30 cm Durchmesser.

Die Grenzen der Einschlüsse sind oft etwas verwischt, indem vereinzelte Hornblendekrystalle ohne jede Anordnung im hellen Gestein eingesprengt sind, wodurch ein von Dioriten nicht zu unterscheidender Habitus bedingt wird.

Eine erste Annahme, es könnte sich um eine an Ort und Stelle durch Differentiation entstandene Trennung in einen melanokraten und leukokraten Teil eines ursprünglich homogenen Magmas handeln, mußte, nach vielseitigen Beobachtungen in dem Gebiet zwischen Reuß und Aare und auf der Südseite des Maderanertales, als ungenügend zur Erklärung all der beobachteten Erscheinungen fallen gelassen werden.

Vielmehr zwingen die Beobachtungen im Terrain zu der Annahme einer Injektion eines durch dynamische Vorgänge außerordentlich stark zertrümmerten, magnesiareichen Gesteins durch granitisches Magma, wobei die einzelnen Schollen eingebettet und injiziert wurden. Es entspricht diese Ausbildung einer Eruptivbreccie im größeren Stil.

Das helle Gestein zeigt deutlich eruptiven Ursprung: Intrusive, oft gangartige Lagerung, sowie Verzweigungen in Apophysen und dünne Adern, welche die Schollen durchsetzen und verwerfen, zeugen dafür.

Als Gemengteile lassen sich makroskopisch helle, weiße Feldspäte, wenig Quarz sowie stellenweise dunkler Glimmer erkennen.

Das Gestein ist bald zuckerkörnig weiß und dann von aplitischem Habitus, bald wird es durch größere Feldspatkrystalle mit dunklen Glimmern in einer körnigen Grundmasse granitporphyrartig. Durch parallele Anordnung und lokale Anhäufung des Glimmers ist es oft gebändert, welche Erscheinung verbunden mit einer Fältelung auch innerhalb der nördlichen Gneiszone im Granitgneis, z. B. am Tierbergli (Steingletscher) und Vordern Tierberg, zu beobachten ist.

Diese Fältelung muß eingetreten sein, als das Magma noch in viskosem Zustande war und kann als eine Art Fluidaltextur mit Schlierenbildung bezeichnet werden. Den Beweis dafür liefert ein

Digitized by Google

Block aus der rechten Ufermoräne des Wallenbühlgletschers. Dieser Block zeigt, in stark gefälteltes, granitisches Gestein eingeschlossen und von ihm umflossen, einen zweiten, kleinern aus dunklem Hornblendegestein. Wäre diese unregelmäßig gequollene Fältelung nach der Erstarrung entstanden, so müßte der dunkle Einschluß auch in Mitleidenschaft gezogen worden sein, was jedoch nicht der Fall ist.

Einzelne dunkle Einlagerungen bestehen nur aus hellgrünem, kleinkörnigem Strahlstein; diese Einschlüsse sind dann meist von einem dünnen Glimmermantel umgeben.

Weitaus die Mehrzahl der Schollen sind noch intensiv durch das granitische Magma injiziert worden, indem das Magma in mehr oder weniger feinen Äderchen zwischen die Hornblenden eingedrungen ist.

Durch abwechselnde Lagen hellen und dunklen Materials, wobei namentlich die Mächtigkeit der hellen Adern von 3 *cm* bis zu 1 *mm* schwankt, entsteht eine oft äußerst feine Bänderung, die jedoch bei benachbarten Einschlüssen, deren Entfernung oft weniger als 1 *dm* beträgt, verschiedene Richtung aufweist. Die Blöcke müssen vor der Injektion schon geschiefert gewesen sein; das injizierte Magma folgte dann den Schieferungsfugen.

Je nach dem Mengenverhältnis des dunklen und hellen Materials ändert das Aussehen der Einschlüsse. Handstücke mit wenig injiziertem Material zeigen bei schiefriger Textur auf dem Hauptbruch nur Spaltflächen einer dunkelbraunen bis schwarzen Hornblende, und erst auf Quer- und Längsbruch beobachtet man eine feine Bänderung durch das Hinzutreten farbloser Gemengteile.

Wo die Mengen gleich sind, zeigt der Hauptbruch durch den Wechsel von dunklen Hornblenden mit matt weißlichem Feldspat ein gesprenkeltes Aussehen.

Ist das granitische Material vorherrschend, was jedoch nur am Rand einzelner Einschlüsse, der Fall ist, so ist die Textur massig, und das Gestein erhält den erwähnten, dioritartigen Habitus.

Die Bänderung beschränkt sich nicht allein auf die eingeschlossenen Blöcke, sie zeigt sich auch in größern, stockartig auftretenden Komplexen, welche dann oft durch granitische und aplitische Gänge durchbrochen werden.

Die Bänderung und mit ihr die Schieferung dieser einheitlichen Komplexe verlaufen unabhängig vom Alpenstreichen; am Kehle-

Digitized by Google

gletscher sind sie zusammenfallend; im Voralptal stehen sie senkrecht zueinander.

Am Gipfel des Groß-Sustenhorns und in östlicher Fortsetzung, am Westfuß des Fleckistockes treten als vereinzelte Vorkommen kleinkörnige, massige Hornblendegesteine ohne jegliche Bänderung auf.

All diese Erscheinungen lassen sich am anstehenden Felsen nur da gut beobachten, wo derselbe durch Wasser- oder Eiserosion resp. Abrasion glatt und blank gescheuert ist. Da die Gletscher in den letzten Jahren stark zurückgegangen sind, lassen sich die Verhältnisse an den Rundhöckern der Voralp, des Kehle- und Triftgletschers gut beobachten. Durch Oxydation des Fe der Einschlüsse laufen die hellen Partien oft intensiv rostbraun an, und sobald das Gestein längere Zeit der Verwitterung ausgesetzt ist, verschwinden diese Erscheinungen fast vollständig, so daß sie nur bei ganz genauer Prüfung aus der Nähe und nach Anschlagen mit dem Hammer wieder erkennbar sind.

Bei weiterer Untersuchung dieses Gesteins erwachsen zunächst drei Aufgaben: Welches sind Herkunft und petrographische Zugehörigkeit 1. des hellen, injizierten Gesteins, 2. der dunklen Schollen, worauf in dritter Linie die Einwirkungen der Injektion auf die Einschlüsse geprüft werden müssen.

Von diesen drei Aufgaben ist die erste einigermaßen gelöst, und da das helle Gestein sicher eruptiven Ursprungs ist, passen die bezüglichen Untersuchungen in den Rahmen dieser Arbeit.

Makroskopisch bildet es ein körniges Gemenge von vorherrschend weißlich glänzenden Feldspäten mit Quarz; dunkle Gemengteile sind keine zu beobachten.

Unter dem Mikroskop erscheinen in panallotriomorph bis panidiomorph körniger Struktur Quarz, gestreifte und ungestreifte Feldspäte. Struktur und Zusammensetzung sind aplitisch.

Der Quarz, meist in rundlichen oder lappig begrenzten Körnern entwickelt, bildet häufig rundliche Einschlüsse in Feldspäten, wobei benachbarte Körner gleiche optische Orientierung aufweisen. Diese Durchwachsung steigert sich bei andern Vorkommen zur pegmatitischen, wobei die Quarzeinschlüsse jedoch ihre rundliche lappige Gestalt behalten. Als Einschlüsse in größeren Quarzkrystallen trifft man Plagioklase; beides sind Beweise für gleichzeitige Entstehung.

Digitized by Google

Die deutlich lamellierten Plagioklase besitzen symmetrische Auslöschungsschiefen von $13^1/_2{}^0$, 14^0, 12^0, $2^1/_2{}^0$ und lassen sich nach ihrem durchwegs niedrigeren Brechungsvermögen im Vergleich mit Quarz als Albit-Oligoklas bestimmen.

Weniger häufig ist Orthoklas (Mikroperthit) mit spärlichen Albitausscheidungen zu beobachten. Die Umgrenzung der Feldspäte ist meist allotriomorph, unregelmäßig lappig; nur selten weisen Plagioklase im Kontakt mit Orthoklas teilweise geradlinige Begrenzung auf.

Allgemein ist eine mehr oder weniger starke Trübung der Feldspäte durch Sericitschüppchen und winzige Epidotkörner. Als Accessoria findet man, wahrscheinlich von den dunklen Einschlüssen herrührend, einzelne Krystalle von Strahlstein sowie Epidot in körnigen Aggregaten.

Im Gegensatz zu den Graniten, Granitporphyren und Gneisen zeigen einzelne Vorkommen fast keine mechanischen Einwirkungen; schwach undulös auslöschende Quarze sind oft die einzigen Spuren von Druckerscheinungen, während bei einzelnen geschieferten Apliten, z. B. vom Thältistock, Kataklasstruktur wieder vorherrschend ist.

Identische Zusammensetzung und Struktur, wie die beschriebene, weisen auch die außerhalb der Hornblendegesteine in Schiefern auftretenden Aplitgänge auf, und es darf, bei der nahen Distanz, auf gleichen Ursprung, wenn auch nicht auf gleiches Alter dieser Vorkommnisse geschlossen werden.

Analyse VI. Aplit aus Injektionsamphibolit, Hohmad.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	Mittel	Molekularprozente auf 100
SiO_2 . . .	—	72·11	72·11	78·12
TiO_2 . .	—	Spur	Spur	—
Al_2O_3 . .	14·58	14·59	14·58	9·33
Fe_2O_3 . .	0·51	0·62	0·57	—
FeO . . .	—	—	—	0·47
MgO . .	—	0·29	0·29	0·47
CaO . .	2·66	2·60	2·63	3·08
Na_2O . .	6·64	—	6·64	6·99
K_2O . . .	2·23	—	2·23	1·54
H_2O . . .	—	—	0·69	—
		Summa .	99·74	100·00

Spezifisches Gewicht = 2·66.

Digitized by Google

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
78·12	8·53	0·80	3·22	13	1	6	8·2	2·9	1·39

Die Analyse ergibt bei hohen Mengen Feldspatbasen, unter denen das Na_2O vorherrschend ist, einen etwas niedrigen SiO_2-Gehalt.

Der hohe Kalkgehalt stammt nur zum Teil aus den Feldspäten; einen gewiß nicht unbeträchtlichen Betrag liefern die wahrscheinlich von den Einschlüssen herstammenden Aktinolithe sowie der Epidot. Diesem Umstand muß bei der chemischen Klassifikation Rechnung getragen werden.

Die Berechnung der Osannschen Werte ergab einen niedrigen Kieselsäurekoeffizienten, der kleiner ist als die von Osann für Aplite angegebenen.

	s	a	c	f	n	m	k
1. Aplit Hohmadgletscher	**78·12**	**13**	**1**	**6**	**8·2**	**2·9**	**1·39**
2. Aplit Ornö[1])	79·14	12·5	0·5	7	6·9	6·8	1·50
3. Diorit-Aplit Ruseinbrücke[2])	80·81	11·5	1·5	7	8·6	9·3	1·76

Unter den wenigen Aplittypen Osanns nähert sich unser Gestein dem Typus Ornö. Die Werte s, a, c, f sind ungefähr gleich, nur k ist etwas kleiner. Es stellt sich somit der Aplit vom Hohmadgletscher in chemischer Beziehung dem Typus Ornö an die Seite.

Unter Rosenbuschs Aplitanalysen zeigt der Dioritaplit von der Ruseinbrücke (östliches Aarmassiv) mit unserer Analyse in bezug auf SiO_2 und das Alkaliverhältnis große Übereinstimmung. Nur ist der Kalkgehalt niedriger, die Eisenmenge dagegen viel höher.

Bei dieser Klassifikation war offenbar das Verhältnis der Alkalien leitend. Es wäre dieses Gestein nach dem sehr sauren Charakter der Kalknatronfeldspäte (CaO nur 0·91%, niedriger als bei Granitapliten) eher zu den Granitapliten zu stellen.

Das Verhältnis $Na_2O : K_2O$ kann bei der Klassifikation nicht allein maßgebend sein; auch unter Osanns Granitaplittypen finden sich solche, deren Werte n 9·9, 9·7, 7·6 betragen.

[1]) Osann, Ganggesteine, Analyse 61.

[2]) Rosenbusch, Elemente d. Petrographie.

Digitized by Google

Es ist auch der Aplit vom Hohmadgletscher unter Berücksichtigung, daß ein Teil seines Kalkes durch Assimilation aus den Einschlüssen aufgenommen sein dürfte, zu den Granitapliten zu rechnen.

Diese Injektion muß durch peripherische Nachschübe eines sauren Teilmagmas bedingt sein. Daß mehrere Nachschübe sich zeitlich folgten, beweisen Aplitgänge, welche andere Aplitgänge queren und verwerfen.

Von welchem Herd diese Nachschübe stammen, ob vom zentralen Granit oder vom nördlichen Gneisgranit, kann noch nicht entschieden werden, da ein direkter Zusammenhang nicht gefunden werden konnte. Verschiedene Beobachtungen, namentlich die oft schlierig gewundene Ausbildung des injizierten Gesteins, die genau vielen Vorkommen in der nördlichen Gneiszone entspricht, deuten auf eine Injektion von N. her. Solange eine Untersuchung des nördlichen Gneises noch aussteht und kein direkter Zusammenhang der beiden Gesteine gefunden wird, ist diese Frage nicht spruchreif.

Die Untersuchung der Einschlüsse ist noch nicht abgeschlossen. Der Vollständigkeit halber mögen doch einige Resultate der mikroskopischen und chemischen Prüfung mitgeteilt werden. Das Material zu der chemischen Analyse lieferte ein dunkler, fein gebänderter Amphibolit von der Klubhütte am Thältistock.

Das mikroskopische Bild zeigt in granoblastischer [1]) (gabbroider, Schalch) Struktur die Hauptgemengteile Hornblende und Feldspat, zu denen in wechselnden Mengen Augit, Eisenerze, Apatit, Titanit und Epidot hinzutreten.

Der häufigste Gemengteil, die Hornblende, zeigt Tendenz zu prismatischer Ausbildung, was in basalen Schnitten durch Andeutung prismatischer Umrisse zur Geltung kommt. Die makroskopisch zu beobachtende Schieferung durch Parallelstellung der Hornblende zeigt sich auch unter dem Mikroskop. In Schliffen nach dem Hauptbruch sind die Hornblenden parallel der Vertikalachse geschnitten, während sie in Schliffen nach dem Querbruch meist senkrecht zur Vertikalachse getroffen sind. Auch hier tritt insofern parallele Anordnung ein, als bei den meisten Krystallen die Orthoachse in der Schieferungsebene des Gesteins liegt, was namentlich durch den pleochroitischen Farbenwechsel zu beobachten ist. Es ist das die Folge einer

[1]) Grubenmann, „Krystalline Schiefer".

Digitized by Google

Krystallisation unter einseitigem Druck und es entspricht diese Ausbildungsweise vollständig der „Krystallisationsschieferung" nach Becke.

Der Pleochroismus ist stark: a hellgelb, b und c olivenbraun bis grün; Absorption: c > b > a. Die Auslöschungsschiefen c : c betragen 18°, 20°, 22°; es liegt somit eine gewöhnliche braune Hornblende vor. Zwillingsbildung nach (100) ist sehr selten. Bei andern Vorkommen zeigt die Hornblende mehr grüne Farbentöne, verbunden mit faseriger, schilfiger Ausbildung; es scheinen Übergänge von grüner zu brauner Hornblende vorzukommen. In einzelnen Schliffen wurden beide beobachtet.

Der immer in einzelnen Nestern auftretende Malakolith, ein farbloser oder schwach grünlicher Augit, unterscheidet sich von der Hornblende durch ein höheres Relief, seine höhere Doppelbrechung und die oft deutlich wahrnehmbare rechtwinklige Spaltbarkeit. Ohne Pleochroismus, zeigen diese meist rundlichen Krystalle auf Flächen annähernd parallel (010) eine Auslöschungsschiefe c : a von 45°, 51°, 48°. Stellenweise sind Umwandlungen von Augit in Hornblende zu beobachten, indem Augitkrystalle teilweise schon in Hornblende übergegangen sind. Solche Krystalle zeigen dann peripherisch geringere Doppelbrechung, kleinere Auslöschung und die pleochroitischen Farben der Hornblende. Oft geht diese Umwandlung vom Zentrum der Augite aus. — Der dritte Hauptgemengteil ist ein glasklarer Plagioklas mit deutlicher Zwillingsstreifung und Auslöschungsschiefen von $23^1/_2°$, 25°, 27°, 34° mit einem Häufigkeitsmaximum bei 25°. Nach Viola[1]) würde dieser Winkel einem Labrador von der Zusammensetzung Ab_7An_3 entsprechen.

Neben diesem Plagioklas findet sich zwischen Hornblendekrystallen eingelagert ein stark zersetzter, oft vollständig undurchsichtiger Feldspat, dessen Natur nicht ermittelt werden konnte. Als Zersetzungsprodukte sind dunkle, kleinkörnige Aggregate von Epidot (?) sowie ein farbloser Glimmer vorhanden. Meist fehlen die frischen Plagioklase und man beobachtet zwischen den Hornblenden farblose, oft nur wenig getrübte Partien, welche sich unter gekreuzten Nicols in Aggregate von unregelmäßig lappig und zackig begrenzten Blättchen auflösen, die, nach ihrer verhältnismäßig hohen Doppel-

[1]) Groth, Zeitschrift, Bd. XXX.

Digitized by Google

brechung, als sericitisches Umwandlungsprodukt von Feldspäten betrachtet werden können. Der glasklare Labrador dürfte bei der Injektion durch Neubildung entstanden sein, während die unregelmäßigen Aggregate Reste des injizierten Materials darstellen.

Als akzessorische Gemengteile finden wir rundliche Körner von stark lichtbrechendem Titanit, nebst vielen, zum Teil aus Hornblende hervorgegangenen Epidotkörnern, und wechselnde Mengen Magnetit und Apatit. Quarz konnte in diesem Block nicht beobachtet werden; in andern Vorkommen ist er jedoch gar nicht selten. — Bei Gesteinen, in denen das helle Material vorwiegt, erkennt man am Rande der Einschlüsse deutlich die aplitische Zusammensetzung und Struktur des eingedrungenen Magmas.

Die Hornblenden sind dann stark ausgefasert und oft poikilitisch mit Quarz und Feldspat verbunden. Doch tritt diese Erscheinung nur in schmalen randlichen Zonen um die Einschlüsse auf. Ausnahmsweise gesellt sich ein brauner Biotit zu den Hornblenden.

Die chemische Analyse des beschriebenen dunklen Gesteins ergab folgende Werte:

Analyse VII. Dunkler Amphibolit, Trift.

Aufschluß mit:	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . . .	—	45·17	—	45·17	48·84
TiO_2 . . .	1·45	1·48	—	1·47	1·20
Al_2O_3 . .	13·07	12·92	—	13·00	8·31
Fe_2O_3 . .	8·98	9·18	—	9·08	—
FeO . . .	—	—	5·04	5·04	11·98
MgO . . .	—	6·66	—	6·66	10·77
CaO . . .	12·58	12·69	—	12·64	14·75
Na_2O . . .	2·72	—	—	2·72	2·85
K_2O . . .	1·88	—	—	1·88	1·30
H_2O unter 110°	—	—	—	0·10	
H_2O über 110°	—	—	—	2·12	
			Summe .	99·88	100·00

Spezifisches Gewicht: 3·10.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
50·04	4·15	4·16	33·34	2	2	16	6·9	6·8	0·88

Digitized by Google

Aus Osanns Analysen lassen sich die folgenden Vorkommnisse mit diesem Gestein vergleichen:

	s	a	c	f	n	m	k
1. Amphibolit Trift . .	**50·04**	**2**	**2**	**16**	**6·9**	**6·8**	**0·88**
2. Olivingabbro Molkenhaus [1])	48·85	1	2·5	16·5	7·7	—	0·78
3. Camptonit Rjose [2]) . . .	51·39	2	2·5	15·5	6·5	—	0·65
4. Camptonit Maena [3]) . .	47·87	1·5	2	16·5	7·6	—	0·72

Es ergibt sich ein analoger Chemismus wie in basischen Gabbros oder bei Camptoniten. Ein direkter Rückschluß auf den Ursprung dieser Amphibolite darf jedoch aus der Analyse nicht gezogen werden, da ein beliebiges Mischungsverhältnis vorliegt, in dem allerdings das basische Gestein stark vorherrscht. Material aus einem andern Einschluß hätte ein ganz anderes Resultat ergeben müssen. Es beweist nur, daß das ursprüngliche Material reich an Fe, Mg und Ca gewesen sein muß.

Wie bereits erwähnt wurde, bestehen einzelne Schollen aus smaragdgrünem Strahlstein; das Mikroskop ergibt ein Gemenge von farblosem Aktinolith, in dem ganz untergeordnet etwas Muskovit und Quarz auftreten. Da Einschlüsse und nicht Schlieren vorliegen, folgt für das ursprüngliche Gestein ein Aufbau aus hauptsächlich Fe-, Mg-, Ca-Silikaten, wobei auch die Möglichkeit einer Umwandlung aus entsprechenden Karbonaten berücksichtigt werden muß.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind, scheint folgende Erklärung das größte Anrecht auf Wahrscheinlichkeit zu besitzen:

Baltzer[4]) und Schmidt[5]) beschreiben aus dieser Zone ein bald topfstein-, bald serpentinartiges Gestein, das Baltzer unter anderem von der „Schalaui" (Haslital) und vom Sustenjoch erwähnt. Schmidt beschreibt aus dem nördlichen Maderanertal drei Typen eines hornblendereichen Gesteines, die teilweise ineinander übergehen.

---

[1]) Osann, Tiefengesteine, Analyse 152.
[2]) „ Ganggesteine „ 142.
[3]) „ „ „ 146.
[4]) Baltzer, „Aarmassiv", l. c. pag. 42.
[5]) Schmidt, „Über Porphyre etc.", l. c. pag. 410.

Digitized by Google

Typus II würde einem Peridotit entsprechen, während Typus III, als Umwandlungsprodukt desselben, aus Serpentin mit viel Strahlstein besteht. Etwa 500 *m* südöstlich des Sustenjochs auf dem Grat gegen P 3010 ist ebenfalls ein solches Gestein anstehend und von Baltzer als Topfstein bezeichnet worden. Talk konnte zwar sehr wenig beobachtet werden, wohl aber ein massiges Serpentingestein mit viel Strahlstein und grünlichem Biotit. Mikroskopisch zeigen sich noch Reste von Diallag sowie braune Spinelle (?). Ein Vergleich mit den von Schmidt gesammelten Stücken ergab Identität mit seinem Typus III. Die Annahme eines ursprünglichen Hornblendeperidotiten, der in Serpentin und Strahlstein umgewandelt wäre, ist nach den gemachten Beobachtungen nicht unberechtigt. Randlich geht der Serpentin am Sustenjoch in einen feinkörnigen, gebänderten Strahlstein über. Blöcke solchen Strahlsteins finden sich nun oft innerhalb der Hornblendezone im Aplit eingeschlossen, und da dieser Hornblendeperidotit (Topfstein) wenigstens im zentralen und östlichen Teil des Aarmassivs immer in Verbindung mit dem schlierigen Hornblendegestein auftritt, ist ein direkter Zusammenhang der Amphibolitblöcke mit dem ursprünglichen Hornblendeperidotit sehr wahrscheinlich. Auf irgend eine Weise müßten mechanisch losgetrennte Schollen dieses Gesteins in das granitaplitische Magma eingebettet worden sein, wobei sie die oben beschriebenen Ausbildungsformen annahmen.

Welchen Ursprungs diese Strahlsteinserpentine des Sustenjochs, des Maderanertales etc. sind, und in welchem genetischen Zusammenhang sie zu den übrigen eruptiven Gesteinen des Aarmassivs stehen, kann noch nicht beantwortet werden.

Trotzdem wir hier deutliche Belege für Einschließung eines fremden Gesteins durch ein anderes haben, finden wir keine vollständige Mischung der beiden Gesteine und ebenso wenig gesetzmäßige Differentiationsprodukte, welche doch nach der Theorie von Michel-Lévy auftreten sollten. Der Aplit scheint ohne Assimilation zwischen die Hornblenden eingedrungen zu sein; je nach der Menge des injizierten Materials variiert der Gesteinscharakter, der oft von Einschluß zu Einschluß ein anderer ist. Eine Bereicherung des aplitischen Gesteins durch dunkle Gemengteile hat nicht überall, und dann nur in geringem Maße randlich, stattgefunden, wobei noch die Möglichkeit gegeben ist, daß die einzelnen, im Aplit auftretenden Hornblendekrystalle mechanisch losgetrennt wurden.

Digitized by Google

Wenn nicht angenommen werden muß, daß das aplitische Magma bereits stark abgekühlt und viscos gewesen sei, so daß ein Schmelzen oder Auflösen des dunklen Gesteins überhaupt nicht mehr möglich gewesen wäre (was aber mit der starken Injektionsfähigkeit des sauren Magmas im Widerspruch stehen würde), so zeigt dieses Vorkommen, daß Einschmelzung basischer Gesteine in saure, verbunden mit nachheriger gesetzmäßiger Differentiation, nicht leicht stattfindet.

E. Dioritporphyrit.

Etwa 150 *m* südöstlich des Sustenjochs findet sich in zwei parallel der Schieferung eingelagerten Gängen von 1 *m* und 4 *m* Mächtigkeit ein geschiefertes, dunkel grünlich-graues Gestein, das makroskopisch auf dem Querbruch kleine weißliche Feldspatkrystalle und auf dem Hauptbruch einzelne sericitisch glänzende Glimmerflasern erkennen läßt.

Wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, finden sich auch analoge Gesteine in drei Gängen (einer davon nach oben auskeilend) am oberen Kehlefirn in den steilen Felsabstürzen des Gwächtenhorns. Hier besitzt das Gestein dunkel schwarzgraue Farbe bei vollständig kryptomerer Ausbildung der Gemengteile.

Unter dem Mikroskop zeigt das Gestein des Sustenjochs bei holokrystallin-porphyrischer Struktur Einsprenglinge von Plagioklas, eingelagert in einem feinen Leistwerk verschiedener Feldspäte.

Die Plagioklas-Einsprenglinge werden nicht größer als 2 *mm* und besitzen mehr oder weniger idiomorphe Gestalt durch die Flächen (001) und (010); doch ist sie durch magmatische Korrosion sowie durch Neubildungen teilweise verwischt. Die deutlichen, etwas breiten Zwillingslamellen zeigen Auslöschungsschiefen von 13°, 15°, 16½°, 17°, 18½°, am häufigsten solche von 16°, woraus sich ein Andesin bestimmen läßt. Meist sind sie umrandet von Calcitausscheidungen, die auf Zersetzung hinweisen. Das Zentrum eines Plagioklases mit 13° Auslöschungsschiefe zeigt perthitische Verwachsung mit einem durch keine Einschlüsse getrübten quarzähnlichen Mineral, das, infolge des in allen Richtungen höhern Brechungsvermögens als das des Wirtes und gestützt auf das zweiachsige Achsenbild, als Anorthit bestimmt wurde.

Digitized by Google

Die einzelnen Körner des Anorthits zeigen bei gleicher optischer Orientierung unregelmäßige Umgrenzung. Es dürfte der Anorthit als ein Entmischungsprodukt des Feldspates aufgefaßt werden, wobei allerdings das Fehlen von Albitausscheidungen auffallen mag.

Einzelne idiomorphe Magnetite und kleine Apatitkrystalle dürften die Produkte der ersten Krystallisationsperiode bilden.

Die Grundmasse besteht größtenteils aus einem panidiomorphen Gemenge länglicher, meist annähernd rechteckiger Feldspatleistchen, die bei starker Vergrößerung feinzackige Umgrenzungen aufweisen. Leistchen mit deutlicher Zwillingslamellierung besitzen Auslöschungsschiefen von 3°, 4°, 8°, 9°, 10°, 11½°, 12°, 15°, mit Häufigkeitsmaxima bei 4° und 12°. Die Plagioklasleistchen bestehen somit zum Teil aus Albit-Oligoklas, zum Teil aus Albit, denen noch einzelne Andesine beigesellt sind. Ziemlich zahlreich sind auch ungestreifte Feldspäte mit gerader oder nur wenig schiefer Auslöschung, die als Orthoklas bestimmt wurden, in der Grundmasse vertreten.

Alle Feldspäte sind durch feine Glimmerschuppen und tonige Substanzen getrübt.

Außer Magnetit beobachtet man keine primären dunklen Gemengteile, da alle einer Umwandlung in Epidot und Chlorit erlegen sind. Fein durch die Grundmasse verteilt sind dunkle Erzpartikel, sowie zahlreiche kleine Häufchen körnigen Titanits und kleine Epidotkörner.

Gleich einer zusammenhängenden Mesostasis ist zwischen den Feldspatleistchen bald in kleinsten Schuppen, bald in etwas größeren zusammenhängenden Blättchen ein stark lichtbrechendes, blaßgrünliches Mineral mit schwachem Pleochroismus und äußerst schwacher Doppelbrechung eingelagert, das als Chlorit bestimmt wurde. Im konvergenten Licht zeigten größere Blättchen ein schwach angedeutetes einachsiges Achsenkreuz. Durch den Chlorit dürfte auch die grünliche Gesteinsfarbe bedingt werden. Quarz fehlt vollständig.

Das Gestein vom Kehlegletscher unterscheidet sich von obigem durch das Fehlen der Plagioklaseinsprenglinge, etwas längere Feldspatleistchen und das Zurücktreten von Chlorit; dagegen finden sich überall in der Grundmasse verteilt äußerst feinkörnige Aggregate von Biotit und Hornblende.

Die Struktur entspricht derjenigen eines Ganggesteins und die Mineralkombination weist auf ein dioritisches Magma hin. Analysiert

Digitized by Google

wurde das Gestein vom Sustenjoch; das frischere am Kehlegletscher wurde erst nach Vollendung der Analyse gefunden.

Analyse VIII. Diorit-Porphyrit. Sustenjoch.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2	—	55·78	—	55·78	63·32
TiO_2	1·52	1·56	—	1·54	1·32
Al_2O_3 . . .	17·01	16·96	—	16·98	11·40
Fe_2O_3 . . .	4·09	4·05	—	4·07	—
FeO	—	—	3·43	3·43	6·74
MgO	—	3·61	—	3·61	6·13
CaO	2·48	2·55	—	2·52	3·10
Na_2O . . .	5·05	—	—	5·05	5·58
K_2O	3·33	—	—	3·33	2·41
H_2O unter 110°	—	—	—	0·17	—
H_2O über 110°	—	—	—	3·04	—
			Summa .	99·52	100·00

Spezifisches Gewicht = 2·77.

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
64·64	7·99	3·41	12·56	6·5	3	10·5	7·0	10	0·96

Die Analyse ergab übereinstimmend mit der mikroskopischen Beobachtung einen niedrigen Gehalt an SiO_2; der Kieselsäurekoeffizient ist kleiner als 1., was dem Fehlen von Quarz entspricht. Der hohe TiO_2-Gehalt, der bei den von Osann angeführten Dioritporphyritanalysen nur von einem Gestein übertroffen wird, aber hoch über dem Mittel steht, rührt von den zahlreichen Leukoxenausscheidungen her. Die Analyse ist mit Tonerde übersättigt, da nach den Molekularproportionen $-Al_2O_3 - 0{\cdot}31 = (Na_2 + K_2 + Ca)O$ beträgt. Dieser Umstand, sowie der hohe Wassergehalt (Glühverlust) sind auf Zersetzung namentlich der dunklen Gemengteile zurückzuführen. Auffallend ist der relativ niedrige Kalkgehalt, der beweist, daß in der Grundmasse die sauren Plagioklase vorherrschend sind. Der Kaligehalt entstammt größtenteils den Orthoklasleistchen der Grundmasse; ein kleiner Teil dürfte im Biotit enthalten sein.

Digitized by Google

	s	a	c	f	n	m	k
1. Dioritporphyrit Sustenjoch VIII.	**64·64**	**6·5**	**3**	**10·5**	**7**	**10**	**0·96**
2. Dioritphorphyrit Steamboat[1])	68·25	6·5	3	11·5	6	8·4	1·16
3. Augit Ortlerit Suldenferner[2])	58·82	4	1·5	14·5	7	7·5	0·88
4. Augitdioritporphyrit Lone Cone[3]).	66·51	6	5	9	6·9	9 9	1·14

Unter Osanns Dioritporphyriten (saure Reihe) zeigt der Dioritporphyrit Steamboat dieselben Werte a, c, f, doch ist s größer, wie auch k größer als 1 ist.

Dem niedrigeren SiO_2-Gehalt des Gesteins vom Sustenjoch würde a_4, $c_{3·5}$ und $f_{12·5}$ des Typus Cossato entsprechen.

In den Typen der basischen Reihe bleibt der Kieselsäurekoeffizient meist unter 1.

Zwischen die Typen Suldenferner und Lone Cone, die je durch eine Analyse repräsentiert werden, schaltet Osann noch den Typus „Hintere Gratspitze" ein mit $s_{55·5}$, a_3, $c_{2·5}$, $f_{14·5}$.

Das Ganggestein vom Sustenjoch entspricht nach den Werten s, a, c, f und k einem weitern Mittelglied zwischen den zwei Typen, steht jedoch dem Typus Lone Cone näher als dem Typus Suldenferner.

Der Vergleich der chemischen Analyse rechtfertigt somit die Bezeichnung Dioritporphyrit und es repräsentiert unser Gestein ein basisches Glied der Dioritporhyritreihe.

F. Hornblendedioritporphyrit.

Sowohl nach Mineralbestand als nach Struktur andere Eigenschaften zeigt das Gestein zweier Gänge am Nordrand der Schieferzone. Diese queren den Grat Griesenhörnli-Stücklistock, etwa 600 *m* südlich des Griesenhörnli. Ihre Lagerung ist konkordant derjenigen der umgebenden Gneise.

Das feinkörnige, fast dichte Gestein von grünlichgrauer Farbe läßt makroskopisch außer milchigen, kleinen Feldspäten, deren Dimensionen einige Millimeter nicht überschreiten, äußerst feine, glänzende Nadeln einer dunklen Hornblende erkennen, die, ohne eine bestimmte Richtung zu bevorzugen, eingesprengt sind. Während die Breite der Nadeln nur

[1]) Osann, Ganggesteine, Analyse 32.
[2]) „ „ „ 48.
[3]) „ „ „ 50.

Digitized by Google

Bruchteile von Millimetern beträgt, erreicht ihre Länge stellenweise Dimensionen von 5—7 *mm*.

Makroskopisch analoge Gesteine wurden auch unweit der Südgrenze der Schieferzone in den steilen Gratzacken zwischen P. 3203 und P. 3339 (südliche Sustenhörner) aufgefunden.

Das Mikroskop enthüllt in holokrystallin-porphyrischer Struktur spärliche, größere Feldspateinsprenglinge neben zahlreichen kleinen Hornblendenadeln, beide eingebettet in einer Grundmasse von Feldspatleisten mit wenig Quarz.

Die Größe der Hornblendequerschnitte erreicht ihr Maximum bei 0·15 auf 0·11 *mm*. Meist bilden die Flächen (110) und (010) scharfe Umgrenzungen der Querschnitte, während idiomorphe Endbegrenzungen nicht beobachtet wurden. Der Pleochroismus ist kräftig in Schnitten $\perp 100$, weniger stark auf (100); a hellgelb, b und c braun. Absorption $c > b > a$.

Allgemein sind einfache Zwillinge nach (100), die nur selten durch eine feine, polysynthetische Lamellierung (ebenfalls nach (100)) ersetzt werden.

Die Auslöschungsschiefen auf (010) betragen, wie aus zahlreichen Messungen an Zwillingsschnitten mit symmetrischer Auslöschung hervorgeht, 17° und 18°. Größere Beträge wurden keine gefunden Stellenweise machen sich Übergänge in eine grünliche Hornblende bemerkbar. Nach ihrer Ausbildung gehört die Hornblende zu den Produkten der ersten Krystallisationsperiode, doch läßt die Kleinheit der Individuen auf eine kurze Dauer derselben schließen.

Die Feldspäte sind ausnahmslos stark zersetzt, wobei folgende Erscheinungen sowohl bei den größern Einsprenglingen als auch bei den Leistchen der Grundmasse auftreten. Das Zentrum ist erfüllt von einem dunklen, körnigen Aggregat, das mit starker Vergrößerung zum Teil als Epidot erkannt wurde. Diese Aggregate (wahrscheinlich Zersetzungsprodukte eines basischen Feldspates) zeigen oft idiomorphe Umgrenzung parallel den Umrissen der Krystalle, z. B. Rhomben und Rechtecke. Um das dunkle Zentrum lagert sich ein heller Saum (so daß die Krystalle zonar gebaut erscheinen), der bei den Einsprenglingen fast vollständig in ein feines Glimmeraggregat umgewandelt ist. Infolgedessen eignet sich der Feldspat nur schlecht zur Bestimmung. Ein Individuum mit Zwillingsstreifung zeigte 13° Auslöschungsschiefe, was einem Andesin entsprechen dürfte.

Digitized by Google

Einzelne kleine Magnetitkrystalle, spärliche, meist zerbrochene Apatitnadeln, sowie seltene, stark pleochroitische Reste von Orthit dürften auch der ersten Krystallisationsperiode angehören.

Die Grundmasse bildet ein panidiomorph-körniges Gemenge von Feldspatleistchen und kleinen Quarzkörnern. Die Feldspatmikrolithen zeigen allgemein die erwähnten, rechteckigen Einlagerungen, um welche eine helle, meist unzersetzte Zone Feldspatsubstanz (zum Teil Albit) angelagert ist. Die Umgrenzung ist dann oft fein zackig; Zwillingslamellen sind selten zu erkennen. Die Auslöschungsschiefe der Mikrolithen beträgt 0°—4°, doch fanden sich auch solche von 8°, 9° und 10°. Die Grundmassenfeldspäte dürften demnach zum Teil aus Andesin und zum Teil aus Albit und Orthoklas bestehen. Wo der Vergleich mit Quarz möglich war, zeigte letzterer ein höheres Lichtbrechungsvermögen.

Quarz findet sich in kleinen Körnchen als Bindemittel zwischen den Feldspatleistchen und ist wohl teilweise sekundär bei der Sericitisierung entstanden. Das Gestein von den südlichen Sustenhörnern besitzt bei gleicher Struktur eine schwach pleochroitische Hornblende und etwas Biotit, der dem Gestein vom Nordrand der Schieferzone vollständig fehlt.

Die Analyse des Gesteins vom Griesenhörnli-Stücklistockgrat ergab folgende Werte:

Analyse IX. Hornblendedioritporphyrit
NW. Grat Stücklistock.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . . .	—	60·38	—	60·38	66·82
TiO_2 . . .	1·70	1·57	—	1·64	1·36
Al_2O_3 . .	15·60	15·88	—	15·74	10·24
Fe_2O_3 . .	5·02	5·18	—	5·10	—
FeO . . .	—	—	1·13	1·13	5·27
MgO . . .	—	2·82	—	2·82	4·69
CaO . . .	4·74	4·80	—	4·77	5·65
Na_2O . . .	3·37	—	—	3·37	3·61
K_2O . . .	3·34	—	—	3·34	2·36
H_2O unter 110°	—	—	—	0·07	—
H_2O über 110°	—	—	—	1·95	—
			Summa .	100·31	100·00

Spezifisches Gewicht: 2·77.

Digitized by Google

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
68·18	5·97	4·27	11·34	5·5	4	10·5	6·0	8·8	1·22

Während das mikroskopische Bild infolge der nicht ganz mit Bestimmtheit eruierten Natur der Feldspäte eine sichere Klassifikation des Gesteins nicht gestattet, weist das Resultat der Berechnung das Gestein mit Sicherheit zu den Dioritporphyriten, was sich mit dem mikroskopischen Befund gut vereinbaren läßt.

Von den nach der Mineralkombination in Betracht fallenden Vogesiten oder Spessartiten unterscheidet sich das Gestein schon durch das Auftreten von Feldspateinsprenglingen, in chemischer Beziehung durch den viel höhern Kieselsäuregehalt sowie die größeren Mengen Alkalien.

	s	a	c	f	n	m	k
1. Hornblendedioritporphyrit NW. Grat Stücklistock	**68·18**	**5·5**	**4**	**10·5**	**6·0**	**8·8**	**1·22**
2. Hornblendeglimmerandesitporphyrit Absaroka Range [1]	67·16	5·5	4	10·5	6·5	9·2	1·16
3. Hornblendeporphyrit Ute Peak [2].	66·24	5·5	4	10·5	6·9	7·6	1·12

Der Vergleich mit Osanns Typen ergibt nach dem Chemismus einen Hornblendeporphyrit, Typus Ute Peak mit einem etwas höhern Kieselsäurekoeffizienten.

Nach dem Verhältnis der Alkalien muß Orthoklas ziemlich zahlreich vorhanden sein, doch ist der Kalknatronfeldspat noch überwiegend.

Da Eisenerze spärlich auftreten, dürfte der Fe-Gehalt hauptsächlich aus der Hornblende stammen, die nach dem relativ niedrigen MgO-Gehalt der Analyse reich an Eisen sein muß.

G. Labrador-Augitporphyrit.

In der mächtigen Felsrippe, die, vom Maasplankstock durch ein Firnfeld getrennt, gegen den Triftgletscher vorspringt, findet

[1]) Osann, Ganggesteine, Analyse 34.
[2]) „ „ „ 33.

Digitized by Google

man anstehend ein grünlichgraues Gestein, dessen porphyrischer Habitus schon makroskopisch erkennbar ist. Dasselbe Gestein taucht östlich des erwähnten Firnfeldes in der Westwand des Maasplankstockes wieder auf und zeigt hier eine Mächtigkeit von 180—200 *m*. Weder in den westlichen noch in den östlichen Ketten konnte dieses Gestein bisher aufgefunden werden. Es ist zweifelhaft, ob Baltzer das Gestein bekannt war; vielleicht bezieht sich auf dieses Vorkommen eine Notiz[1]) in seinen Detailprofilen aus der Trift, wo er unter Nr. 27 einen „schollig zerklüfteten (?) Feldspatamphibolit, porphyrartig durch Einsprenglinge, mächtig" erwähnt. Auf unser Gestein würden nur die letzten zwei Eigenschaften passen; doch ist eine Identität überhaupt fraglich, da das Gestein am Rand des Triftfirns vollständig vom Eise bedeckt und nur in wenigen Blöcken anzutreffen ist.

Die lokale mächtige Entwicklung, ohne große horizontale Verbreitung, erinnert an die Lagerungsverhältnisse eines Eruptivstockes; doch weisen die Struktur und die umgrenzenden Gesteine eher auf ein Ergußgestein. Die Kontaktverhältnisse konnten wegen Schneebedeckung zu wenig untersucht werden. Eingehendere Prüfung vorbehalten, kann ich folgende Beobachtungen mitteilen.

Der nördliche Kontakt ist in der Gratrippe aufgeschlossen; das porphyrische Gestein wird von einem Tonschiefer mit Einlagerungen eckiger Bruchstücke krystalliner Gesteine flankiert, der jedoch namentlich in den tiefern Partien infolge vieler kleiner Einschlüsse fast krystallin geworden ist. Im Süden folgt ein mächtiger Granitporphyrgang dem Kontakt.

Nach den spärlichen Beobachtungen können Altersbeziehungen zwischen Porphyrit, sedimentären Schiefern und Granitporphyren noch nicht aufgestellt werden und muß ich mich vorläufig mit der petrographischen Beschreibung dieses im Aarmassiv zum erstenmal gefundenen Gesteins begnügen.

Von dunkelgrauer, selten heller Anwitterungsfarbe, läßt das Gestein — bei vollständig massiger Textur — namentlich auf den angewitterten Flächen als Einsprenglinge in einer dichten Grundmasse weiße, meist milchig trübe Feldspatkrystalle sowie dunkle Prismen von Augit erkennen. Das außerordentlich zähe Gestein zeigt auf

[1]) Baltzer. „Aarmassiv", l. c. S. 145.

Digitized by Google

frischem, oft grünlich gefärbtem Bruch glänzende Spaltflächen von Feldspäten, deren Länge etwa 4—6 *mm*, die Breite 1—2 *mm* beträgt. Die Korngröße nimmt gegen die Mitte etwas zu, Länge 8 bis 10 *mm*, Breite 4—6 *mm*. Die Augitprismen zeigen bei gleicher Länge eine Dicke von 2—3 *mm*. Mit Ausnahme der etwas wechselnden Größe der Einsprenglinge besitzt das Gestein überall dieselbe Ausbildung.

Eine Schieferung fehlt vollständig; durch eine unregelmäßige Klüftung zerfällt das Gestein meist in größere Blöcke.

Unter dem Mikroskop beobachtet man in äußerst feinkörniger Grundmasse Einsprenglinge von Augit, Feldspat, einen stark titanhaltigen Magnetit und einzelne Apatite.

Der schwach gelblich gefärbte Augit bildet gut entwickelte, idiomorphe Krystalle. Schnitte $\perp$ zur Vertikalachse sind von den Flächen (110), (100) und (010) begrenzt und zeigen deutliche Spaltrisse nach (110) sowie einen senkrechten Achsenaustritt ohne erkennbare Dispersion. Der Prismenwinkel wurde zu 86° gemessen. Endbegrenzungen durch Pyramiden und Basisfläche sind weniger häufig zu beobachten, wohl meist infolge schiefer Schnittlage. Meist bildet der Augit einfache Appositionszwillinge nach (100) mit gerader Verwachsungsfläche; selten findet eine Wiederholung dieses Gesetzes in Zwillingslamellen statt. Die Auslöschungsschiefen betragen auf (010) $c : a$ 45°, 49°, 50°; in Schnitten $\parallel$ (110) 28°. Apatit und Magnetit bilden primäre Einschlüsse. Abgerundete Ecken und Kanten sowie sackartige, mit Grundmasse erfüllte Einbuchtungen (wohl Wirkungen der magmatischen Korrosion) beeinträchtigen stellenweise die idiomorphe Gestalt.

Allgemein ist eine Uralitisierung zu beobachten. Einzelne Augitkrystalle werden randlich von einem Saum grünlichgelb pleochroitischer Hornblende, gleich einer Perimorphose, umhüllt, während bei andern schon der größte Teil des Augites der Umwandlung erlegen ist; diese rückt meist von der Peripherie gegen das Zentrum vor, doch finden sich auch Stellen mit im Innern des Augites gebildeten Hornblendenadeln. Die Gestalt der Augite wird nicht verändert. Die krystallographische Orientierung der Hornblende ist so, daß Ortho- und Vertikalachse mit der des Augites zusammenfallen, was auf Schnitten parallel (010) von Zwillingen deutlich zu erkennen ist. Der schmale Uralitsaum ist ebenfalls verzwillingt und es besitzen

Digitized by Google

beide Individuen dieselbe Verwachsungsfläche. Die annähernd symmetrischen Auslöschungsschiefen betragen

bei Augit c : c 40° und 35°; 40° und 41°,
bei Uralit c : c 17° und 15°; 15° und 16°.

In Schnitten der Orthozone löschen sie gleichzeitig aus. Die Spaltbarkeit des Uralites ist nur schlecht erkennbar, der Pleochroismus dagegen meist deutlich: a lichtgelblich, fast farblos, c blaugrün, b gelbgrün. Absorption c > b > a. Als Auslöschungsschiefe c : c wurden in Schnitten annähernd parallel (010) 13°, 14°, 16°, 18° gemessen.

Als weitere Umwandlungsprodukte, wahrscheinlich aus der Hornblende hervorgegangen, sind hie und da kleine Biotitblättchen sowie Epidotkörner zu beobachten. Zu diesen gesellt sich meist noch ein kleinkörniges Quarzmosaik.

Neben der sekundär aus Augit hervorgegangenen Hornblende findet man eine zweite, die sich sowohl durch ihren Pleochroismus als ihre Ausbildung von dem Uralit unterscheidet. Bei Ausschaltung des Analysators erblickt man in scharf gegen die Grundmasse abgegrenzten, bald rechteckigen, bald rhomboidischen, hellen Einsprenglingen, oft nur spärlich, oft aber den Raum fast ganz ausfüllend, Hornblendeeinlagerungen, die entweder Neubildungen oder Reste einer primären Hornblende darstellen. Als Umwandlungsprodukt der Hornblende finden sich zwischengelagert kleine Biotitschuppen sowie Epidot und Titanitkörner. Im polarisierten Licht löst sich die farblose Zwischenmasse in ein kleinkörniges Quarzmosaik auf. Die Hornblende besitzt langprismatische Entwicklung. In Querschnitten zerfällt sie in eine Anzahl Einzelprismen, die zum Teil zusammenhangen, zum Teil durch Epidot-Quarzaggregate voneinander getrennt sind. Einen ursprünglich einheitlichen Krystall vorausgesetzt, würde diese Erscheinung einer längs den Spaltflächen fortschreitenden Umwandlung entsprechen. Die kleinen Prismen mit einem Winkel von 124° zeigen deutliche Spaltbarkeit. In Längsschnitten bildet die Hornblende lange Fasern, die durch Quarz, Glimmer, Epidotaggregate getrennt sind. Hierdurch entsteht eine der schilfigen Hornblende nahestehende Ausbildung. Der Pleochroismus ergibt für a hellgelb, b gelbgrün, c intensiv blaugrün. Schnitte parallel (010) weisen oft Zwillingsbildung auf, wobei auch bei parallel gestellten Fasern die Verwachsungsfläche das ganze Individuum unregelmäßig durchsetzt. Die symmetrische Auslöschungsschiefe wurde c : c 15° gemessen. Die

Digitized by Google

gleiche Hornblende bildet auch faserige Einschlüsse in Feldspäten. Eine Umwandlung aus Augit ist kaum anzunehmen, da die uralitische Zone bei den Augiten meist nur schmal ist und zudem schwächern Pleochroismus aufweist. Die Annahme randlicher Schnittlagen von uralitisierten Augiten kann die Erscheinung auch nicht vollständig erklären, da dieselbe in allen Schliffen gleich ist und nirgends Reste von Augit in Verbindung mit dieser Hornblende gefunden wurden. Es scheint vielmehr eine primäre Hornblende vorzuliegen (worauf auch die Umgrenzungsformen hinweisen), die sekundär teilweise in Epidot, Biotit und Quarz umgewandelt wurde.

Pyroxen. Einzelne farblose, rechteckig oder rhombisch begrenzte Einsprenglinge lösen sich im polarisierten Licht in Aggregate eines blätterigen bis schuppigen Minerals mit schwacher Licht- und Doppelbrechung und meist einheitlicher Orientierung auf. Die einzelnen Blättchen greifen regellos zackig ineinander und sind so orientiert, daß die Auslöschung in rechteckigen Einsprenglingen parallel der Umgrenzung stattfindet, wobei die maximale Elastizität parallel der kürzern Rechteckseite liegt. Die Polarisationsfarbe (strohgelb I. Ordnung bei grauweiß bis weiß des Labradors) in Blättchen $\perp$ zur optischen Normalen ergibt die Größe der Doppelbrechung[1]) $(\gamma - \alpha) = 0{\cdot}010 - 0{\cdot}011$.

In andern Schnitten zeigt dasselbe Aggregat äußerst geringe Doppelbrechung, die oft erst mit Hilfe des Rot I. Ordnung erkannt werden konnte. Im konvergenten Licht erblickt man ein schwach angedeutetes Interferenzbild mit kleinem Achsenwinkel. Infolge der optischen Eigenschaften dürfte das Zersetzungsprodukt dieser Einsprenglinge Antigorit sein, der aus rhombischen Pyroxenen hervorgegangen wäre. Reste derselben konnten nicht gefunden werden. Als weitere Zersetzungsprodukte sind zerstreute Epidotkörner zu nennen. Kleine Hornblendefasern dürften wohl primären Einschlüssen entsprechen.

Die Feldspäte, meist Plagioklase mit deutlicher Zwillingslamellierung, besitzen idiomorphe Ausbildung, die durch die Wirkungen magmatischer Korrosion (abgerundete Ecken und Kanten sowie Einbuchtungen) etwas gestört wird. Die sehr variablen Auslöschungsschiefen betragen 0, 9, 12, 15, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 30°; am

[1]) Nach der Tabelle von Michel-Lévy und Lacroix.

Digitized by Google

häufigsten sind solche von 22—26°. Es resultiert hieraus als Feldspateinsprengling ein Labrador von etwas wechselndem Mischungsverhältnis.

Sehr selten findet sich Orthoklas in perthitischer Verwachsung mit Albit.

Die Plagioklase sind hell durchsichtig und nur lokal, längs unregelmäßiger Risse oder längs der Zwillingsgrenzen, durch Zersetzungsprodukte, Epidot und Sericit getrübt.

Als typische Nebengemengteile finden sich in allen Schliffen zahlreiche Apatite und Erzausscheidungen und mit ihnen vergesellschaftet dunkle Glimmeraggregate.

Der Apatit bildet häufig vollkommen idiomorph begrenzte, meist dickprismatische Gestalten mit pyramidalen Endbegrenzungen, seltener schlanke Prismen mit deutlicher Querabsonderung. Schnitte parallel (0001) besitzen oft hexagonale Umgrenzung. Das Verhältnis von Querachse zu Längsachse beträgt 1 : 3 bis 1 : 10, wobei die Länge bis 0·8 *mm* wächst, im Mittel jedoch 0·5 *mm* beträgt. Längs der Vertikalachse ist namentlich bei größern Individuen in wechselnden Mengen ein dunkles, pleochroitisches Pigment in feinen Streifen (zonar nach dem Prisma) eingelagert. Der deutliche Pleochroismus ergibt für ω gelblich, ε dunkelgrau; Absorption $\varepsilon > \omega$.

Diese Erscheinung dürfte identisch sein mit den von Weinschenk[1]), Romberg[2]) bei verschiedenen Apatitvorkommen und neuerdings von Weber[3]) für den Apatit aus dem Kalisyenit des Piz Giuf (südöstliches Aarmassiv) angegebenen Pigmenteinschlüssen, die als Einlagerungen von Manganoxyd bestimmt wurden.

Der Apatit bildet idiomorphe Einschlüsse in Magnetit, Augit, Hornblende und charakterisiert sich dadurch als Erstausscheidung.

Die schlanken Prismen sind oft nach den Querklüften auseinander gerissen und verworfen, was eine Wirkung der Protoklase sein dürfte.

Die ziemlich zahlreichen Erzausscheidungen erscheinen teils in scharf begrenzten, drei-, vier- oder sechseckigen Schnitten, teils bilden sie unregelmäßige rundliche Körner. Ihre Größe schwankt von kleinsten Körnchen zu Krystallen von 0·6 *mm* Durchmesser. Die

[1]) Groths Zeitschrift, Bd. XXV, S. 363.

[2]) Neues Jahrbuch, Beilage Bd. VIII, S. 366.

[3]) Beitrag zur geolog. Karte der Schweiz. Neue Folge, Liefg. XIV, S. 35.

Digitized by Google

viereckigen, meist rhombischen, selten annähernd quadratischen Querschnitte in Verbindung mit den drei- und sechsseitigen Formen können nur einem Oktaëder entstammen. Das Eisen hat sich also größtenteils als Magnetit ausgeschieden, der jedoch einen nicht unbeträchtlichen Titangehalt aufweist, was aus sekundären Produkten hervorgeht.

Allgemein sind die Erzausscheidungen konzentrisch umschlossen von einem äußerst feinschuppigen Biotitsaum, dessen Breite 0·12 bis 0·15 *mm* beträgt. Oft besitzt auch der äußere Rand die Form des umschlossenen Magnetits, doch zeigen sich auch unregelmäßige, rundliche Abgrenzungen gegenüber der Grundmasse.

Einzelnen wenigen Magnetitkrystallen fehlt dieser Biotitmantel vollständig, was weniger durch eine andere (etwa sekundäre) Bildungsweise dieses Magnetits, als vielmehr durch eine zeitliche Folge in der Ausscheidung zu erklären ist, wobei eine Verarmung an Biotitsubstanz eingetreten sein dürfte. Es scheint, aus der geringern Breite des Leukoxenrandes zu schließen, auch der Titangehalt dieses Magnetits niedriger zu sein.

Wohl als Folge der Entmischung und Zersetzung des Titanomagnetits erscheint Leukoxenbildung in schmalen Umrandungen; bei einzelnen Krystallen durchsetzt der Leukoxen den Magnetit längs unregelmäßiger Risse und wieder in andern, wohl randlichen Schnitten bedeckt er das dunkle Erz fast vollständig. Diese reichlichen Ausscheidungen an Titanmineralien würden eher auf Ilmenit hinweisen; doch könnten durch dessen Krystallgestalt die häufigen rhombischen Schnitte nicht erklärt werden. Interessant sind nun die weitern Umwandlungserscheinungen, bei welchen der Leukoxenrand die Form des Magnetits beibehält, während das Erz zum Teil aufgelöst und umgewandelt wird. An seine Stelle tritt ein intensiv brauner, pleochroitischer Glimmer, der stark von dem den Magnetit umgebenden Glimmermantel differiert. Dieser primäre Biotit zeigt gelbliche oder olivengrüne Farben, während der sekundäre Glimmer innerhalb des Titanitrandes überall a hellgelb, b und c tief nelkenbraun aufweist. Der Achsenwinkel ist sehr klein. Der Magnetit verliert an Größe, bis er in einzelnen kleinen (vielleicht randlichen) Schnitten vollständig verschwindet, wobei nur die braunen Glimmerblättchen, eingeschlossen in den die Umrisse des Magnetits konservierenden Leukoxenrand, zu beobachten sind. In andern Schnitten zeigt das Erz

Digitized by Google

eine skelettartige Ausbildung, indem feine Stäbchen sich nach drei verschiedenen Richtungen (bei dreieckigen Schnitten parallel den Seiten) kreuzen. Es ist mir nicht möglich, aus den zu beobachtenden Tatsachen die Rückschlüsse auf alle Vorgänge bei dieser sekundären Glimmerbildung zu ziehen, da weder die chemische Natur des Glimmers noch die des Erzes mit Sicherheit auf optischem Weg bestimmt werden konnte. Auf dem Boden der Wahrscheinlichkeit bewegt sich die Annahme, daß infolge Zersetzung des Titanomagnetits der Glimmer stark eisen- und titanhaltig sein wird: Magnesia und Kieselsäure müssen von außen zugeführt worden sein. Es würde das mit der Tatsache übereinstimmen, daß nur diejenigen Titanomagnetite diese Erscheinung aufweisen, welche mit einem Glimmermantel umgeben sind.

Außer in den erwähnten Glimmerausscheidungen in Verbindung mit den Erzen und der Hornblende ist Biotit nirgends zu beobachten.

Als primärer Gemengteil tritt Quarz äußerst selten auf, dagegen findet er sich als sekundäres Produkt in kleinen Körnchen vergesellschaftet mit grüner Hornblende und Biotitblättchen. In einzelnen, näher dem südlichen Rande entnommenen Proben füllt der Quarz häufig als klardurchsichtiges, kleinkörniges Mosaik mikroskopisch kleine Spalten und Hohlräume aus.

Dem Gestein fehlen typische Wirkungen der Kataklase, somit kann die Bildung dieser Quarzmosaike nicht auf Zertrümmerung primärer Quarzkrystalle zurückgeführt werden; eine primäre Bildung eines zusammenhängenden Mosaiks darf als ausgeschlossen gelten, und es müssen diese Aggregate durch sekundäre Ausscheidungen entstanden sein.

Da die Grundmasse in der Umgebung der Quarzaggregate keine Veränderungen aufweist, ist sekundäre Ausscheidung derselben ausgeschlossen und es bleibt nur noch die Annahme einer Zufuhr des Quarzes von außen übrig, wodurch die feinen Spalten und Hohlräume ausgefüllt wurden. Vielleicht steht diese Quarzinjektion mit der Eruption des südlich gelegenen Granitporphyrs in Verbindung, was vorläufig mangels weiterer Beobachtungen noch nicht entschieden werden kann. Gegen die Mitte des Gesteins verschwindet diese Quarzeinlagerung vollständig.

Die dichte, stark getrübte Grundmasse läßt im gewöhnlichen Licht überall fein verteilte, dunkle Erzpartikelchen und im polari-

Digitized by Google

sierten Licht einzelne aufleuchtende Glimmerschüppchen (Sericit) erkennen. Andere Gemengteile ließen sich infolge des äußerst feinen Korns und der geringen optischen Aktivität nicht identifizieren. Glas wurde keines beobachtet. Die Grundmasse dürfte einem entglasten Mikrofelsit entsprechen.

Die Struktur ist holokrystallin porphyrisch, die Textur vollkommen massig. Auffällig für ein zentralmassivisches Gestein der Alpen ist das vollständige Fehlen kataklastischer Erscheinungen; als Wirkung der Protoklase sind nur einzelne zerbrochene Apatite, Augite und Magnetite zu beobachten. Der Granitporphyr am südlichen Kontakt erscheint stark geschiefert, größtenteils infolge Verfestigung unter Druck.

Unter Berücksichtigung all dieser Erscheinungen dürfte unser Gestein eher einem Erguß- als einem Ganggestein entsprechen, welche Annahme noch durch den Kontakt mit einem typischen klastischen Gestein erhärtet wird.

Nach Struktur und Mineralkombination darf das Gestein als Labradorporphyrit bezeichnet werden.

Die chemische Analyse einer der Mitte entnommenen Probe, welcher die hellen Quarzaggregate fehlen, ergab folgende Werte:

Analyse X.[1]) Labrador-Augitporphyrit, Maasplankstock.

Aufschluß mit	HF	Na_2CO_3	H_2SO_4	Mittel	Molekularprozente
SiO_2 . .	—	54·55	—	54·55	60·90
TiO_2 . .	2·00	1·97	—	1·98	1·66
Al_2O_3 . .	16·82	16·91	—	16·87	11·09
Fe_2O_3 . .	6·65	6·57	—	6·61	—
FeO . .	—	—	1·43	1·43	6·87
MgO . .	2·41	2·53	—	2·47	4·13
CaO . .	6·93	6·98	—	6·95	8·32
Na_2O . .	4·85	—	—	4·85	5·23
K_2O . .	2·28	—	—	2·28	1·62
P_2O_5 . .	—	—	—	0·38	0·18
H_2O unter 110°	—	—	—	0·25	—
H_2O über 110°	—	—	—	1·41	—
				100·03	100·00

Spezifisches Gewicht = 2·85.

[1]) Ausgeführt von Frl. Dr. L. Hezner.

Digitized by Google

Gesteinsformel nach Osann:

s	A	C	F	a	c	f	n	m	k
62·56	6·85	4·24	15·08	5·25	3·25	11·5	7·6	7·3	0·97

Der niedrige Kieselsäuregehalt und das Verhältnis von CaO : Na_2O:K_2O entsprechen einem quarzarmen, dioritischen Magma. Der Titangehalt der Erzausscheidungen bedingt den hohen Betrag an TiO_2 der Analyse. Die gefundene Phosphorsäure entspricht etwa 0·89% Apatit.

Der Kieselsäurekoeffizient bleibt unter 1, ein Beweis, daß Quarz als primärer Gemengteil dem Gestein fehlt.

Der Vergleich mit Osanns Typen ergibt, wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, die Zugehörigkeit zu dioritischen Gesteinen.

	s	a	c	f	n	m	k
1. Labrador-Augitporphyrit Maasplankstock . . .	**62·56**	**5·25**	**3·25**	**11·5**	**7·6**	**7·3**	**0·97**
2. Labradorporphyrit Rimbachtal [1]).	61·50	4	3·5	12·3	5·3	7·2	1·00
3. Pyroxenandesit Sierra Grande [2])	66·79	5	3·5	11·5	6·9	7·7	1·18
4. Augitdioritporphyrit Big Timber Creek [3])	60·42	4·5	3·5	12	7·1	8·5	0·92
5. Dioritporphyrit Sustenjoch VIII	64·64	6·5	3	10·5	7	10	0·96
6. Hornblendedioritporphyrit IX	68·18	5·5	4	10·5	6·0	8·8	1·22

Es läßt sich der Labradoraugitporphyrit des Maasplankstock keinem Typus einordnen. Am nächsten steht er dem Labradorporphyrit Rimbachtal. Typen mit analogem Verhältnis a, c, f besitzen größere Werte für s und umgekehrt erreichen Typen mit gleichem Kieselsäuregehalt höhere Werte für c. Die chemische Klassifikation ergibt das gleiche Resultat wie die mikroskopische Diagnose und der Name Labradoraugitporphyrit kann als vollkommen berechtigt angesehen werden.

Die Analysenresultate des Labrador-Augitporphyrits vom Maasplankstock differieren von denjenigen der beschriebenen dioritischen Ganggesteine; namentlich ist der Kieselsäuregehalt niedriger; doch zeigt das Verhältnis a : c : f, sowie der das Alkalienverhältnis angebende

[1]) Osann, Ergußgesteine, Analyse 161.
[2]) „ „ „ 158.
[3]) „ Ganggesteine, „ 53.

Digitized by Google

Wert n so geringe Schwankungen, daß ein genetischer Zusammenhang wahrscheinlich ist. Es dürften diese Gesteine demselben Herd entstammen und in kurzen, zeitlichen Intervallen erumpiert sein.

H. Pegmatite.

Pegmatitische Gänge finden sich zahlreich innerhalb der Schieferzone, scheinen jedoch dem nördlichen zentralen Granit zu fehlen. Nach der makroskopischen Beobachtung zu schließen (eingehende mikroskopische und chemische Prüfung steht noch aus) lassen sich diese Pegmatite in drei Typen gruppieren.

Ein erster Typus findet sich meist innerhalb der Amphibolite, z. B. am Kehlegletscher, im injizierten aplitischen Gestein eingelagert und ist durch Übergänge ohne scharfe Grenzen mit ihm verbunden. Die Mineralkombination wird gebildet aus hellem Feldspat, Quarz und Biotit, wobei namentlich die Feldspäte (Mikroperthit) Dimensionen erreichen, die bei Erstarrung aus Schmelzfluß in schmalen Gängen nicht leicht denkbar sind.

Als zweiter Typus wurden südlich des Sustenjochs in Blöcken und im Grat Sustenhorn—Hinter-Sustenhorn anstehend typische Muscovitpegmatite gefunden. Die Feldspäte, bald heller Orthoklas, bald blauschwarzer Mikroperthit, sind mit Quarz durchwachsen; daneben bildet Muskovit idiomorphe, sechsseitige Tafeln von 2 und mehr Centimeter Durchmesser, einzelne erreichen eine Länge von 5 *cm*.

Der dritte Typus, wohl der häufigste, charakterisiert sich durch blauschwarze Feldspäte, Quarz und dunkelbraunen Biotit. Diese Gesteine sind in der Voralp, Kehlenalp, Trift und namentlich am Hohmadgletscher häufig zu treffen. In einem Handstück aus der Rotlaui (Haslital) erreichen die Feldspäte eine Länge von 9 *cm* und eine Breite von 5 *cm*.

Es dürften diese Pegmatitgänge auf eine intensive, nach der Haupteruption der Magmen eingetretene, hydato-pneumatolytische Einwirkung des Eruptionsherdes auf die Schieferzone hinweisen.

Sedimentäre Schiefer.

Als Beweis, daß hier Intrusionen in sedimentäre Schiefer stattgefunden haben, mögen einige Beobachtungen über Psephitschiefer als vorläufige Mitteilung erwähnt werden. Ein solcher (aus dem Aarmassiv noch nirgends angegeben) findet sich anstehend in den

Digitized by Google

Felsen direkt unter und neben der Klubhütte am Triftgletscher. Das Gestein zeigt Konglomeratstruktur. Durch ein feinkörniges Bindemittel verkittet, erblickt man meist länglich elliptische, parallel gelagerte Gerölle mit Durchmessern von 1—10 *cm*. Weniger häufig findet sich auch ein eckiger Einschluß. Unter dem Mikroskop läßt sich kein Unterschied zwischen Geröll und Bindemittel konstatieren, so daß das Bindemittel lediglich aus Detritus der Gerölle bestehen dürfte.

Andern Charakter tragen die erwähnten Schiefer des Maasplankstocks. In schmalen Streifen von 3—40 *cm* Mächtigkeit wechseln plattige, schwarze Tonschiefer mit tonigen Zwischenlagen, die erfüllt sind von dünnen, meist weißlichen Quarzporphyrlinsen. Der kleinere Durchmesser dieser Linsen (senkrecht zur Schieferung) mißt durchschnittlich 1—7 *mm*, während der größere (längs der Schieferungsrichtung) mehrere Centimeter erreicht. Ausnahmsweise finden sich auch faustgroße Quarzporphyrbrocken eingeschlossen, daneben sind eckige Granit- und Gneiseinschlüsse keine Seltenheit. Analoge Gesteine traf ich auch im obersten Teile des Diechtertales. In der Kette der Sustenhörner waren sie nicht zu finden; dagegen entdeckte Dr. Fr. Weber am Tscharren (Südseite des Maderanertales) analoge Gesteine; ein gemeinsamer Besuch dieser Lokalität ergab vollkommene Identität mit den Schiefern des Maasplankstockes. Die Ausbildungsweise dieser Schiefer läßt sich weder als typisches Konglomerat noch als Breccie erklären, dürfte wahrscheinlich eher einer submarinen vulkanischen Ablagerung entsprechen, wobei durch einen intensiven Spratzprozeß die kleinen Lagen Quarzporphyr in die tonige Masse eingebettet wurden. Es dürften diese Schiefer geeignet sein, über die Altersbeziehungen der Gesteine der Schieferzone weitere wichtige Aufschlüsse zu geben.

Differentiations- und Altersbeziehungen.

Da die beschriebenen Eruptivgesteine in geringer Entfernung voneinander auftreten, so liegt es nahe, einen ursprünglich gemeinsamen Eruptionsherd, ein gemeinsames Stammagma anzunehmen, aus dem sukzessive durch Differentiation die verschiedenen Gesteine abgespalten wurden. Sie sollten also nach Iddings[1]) Zeichen der Blutsverwandtschaft tragen.

[1]) „The origin of igneous rocks."

Digitized by Google

Die Gesteine finden sich meist in saiger gestellten, parallelen, isolierten Gängen innerhalb mächtiger Gneis- und Schieferkomplexe.

Ein direkter Zusammenhang, d. h. ein geologischer Verband der Gänge unter sich oder mit einem Tiefengestein, konnte bis jetzt nicht beobachtet werden. Eine sichere Altersbestimmung läßt sich nur zwischen dem Granit, einzelnen Granitporphyren und Aplitgängen ausführen. — Es müssen die im Granit eingelagerten Granitporphyrgänge jünger sein als der Granit; die Gänge innerhalb der Schieferzone könnten indessen auch gleichzeitig intrudiert worden sein. An einzelnen Stellen werden Aplitgänge von Granitporphyr durchbrochen, während die umgekehrte Erscheinung nie beobachtet wurde. Die Granitporphyre dürften somit den jüngsten Magmanachschüben entsprechen.

Das Fehlen der vollständigen Altersbestimmung der beschriebenen Gesteine erschwert die Erklärung des Differentiationsvorganges, da ein wichtiger Faktor hierzu, die Eruptionsfolge, aus der Lagerungsweise vorläufig noch nicht ermittelt werden konnte. Es können daher nur die fertig gebildeten Differentiationsprodukte berücksichtigt werden.

Ein Vergleich der chemischen Zusammensetzung der geprüften Gesteine ergibt die Zugehörigkeit zu den granitodioritischen Magmen, wobei jedoch in den Alkali-Graniten und -Granitporphyren ein Übergang zu den foyaitischen Magmen stattfindet. Der mächtige zentrale Granit, dessen Chemismus durch Analyse I gegeben ist, erscheint fast am Ende einer Differentiationsreihe und es ist ausgeschlossen, daß die verschiedenen Gesteine Differentiationsprodukte dieses mächtigen Tiefengesteinskomplexes sind. Ebensowenig darf aus der Existenz von dioritischen Gang- resp. Ergußgesteinen auf das Vorhandensein eines Diorits als Tiefengestein geschlossen werden.

Es sind vielmehr sowohl die Granite und Granitporphyre als auch die Dioritporphyrite, Aplite und Minetten als Differentiationsprodukte eines intermediären Magmas aufzufassen, dessen chemische Natur basischer sein muß als die des zentralen Granites. Aus diesem Grunde kann hier auch nicht von einem Ganggefolge des Granites oder eines Diorites die Rede sein. Ein Tiefengestein von der mutmaßlichen Zusammensetzung des Stammagmas wurde bis jetzt nicht gefunden. Eine Berechnung des Stammagmas nach dem Vorgehen Bröggers[1]) dürfte hier aussichtslos sein, da infolge der unbekannten

[1]) Die Eruptivgesteine des Christianiagebietes.

Digitized by Google

Größe der Denudation und der starken Bedeckung des Anstehenden mit Eis, Schutt und Vegetation eine Schätzung des Mengenverhältnisses der einzelnen Differentiationsprodukte unmöglich ist.

Um die chemischen Verhältnisse der einzelnen Gesteine miteinander in Beziehung zu bringen und eventuelle Gesetzmäßigkeiten im Gang der Differentiation abzuleiten, wurden die von Brögger modifizierten Kerne Rosenbuschs aus den Metallatomprozenten berechnet und zusammengestellt.

	Analyse	$(NaK)AlSi_3$	$CaAl_2Si_2$	$\overset{II}{R}Si$	$\overset{II}{R}_2Si$	Si
Quarzsyenit . .	II	78·55	—	12·68	—	8·59.
Aplit	VI	72·50	3·35	5·46	—	18·69
Granit	I	69·35	—	7·76	—	22·89
Granitporphyr .	III	63·00	—	8·32	—	28·68
Granitporphyr .	IV	64·95	0·37	4·84	—	29·84
Dioritporphyrit .	VIII	66·95	12·95	12·60	7·50	—
Labrador A.-Porphyrit . . .	X	58·25	17·78	19·20	4·77	—
Hornblendediorit-porphyrit . .	IX	48·85	19·90	19·04	—	12·21
Hornblendeminette	V	39·40	9·40	20·36	39·84	—

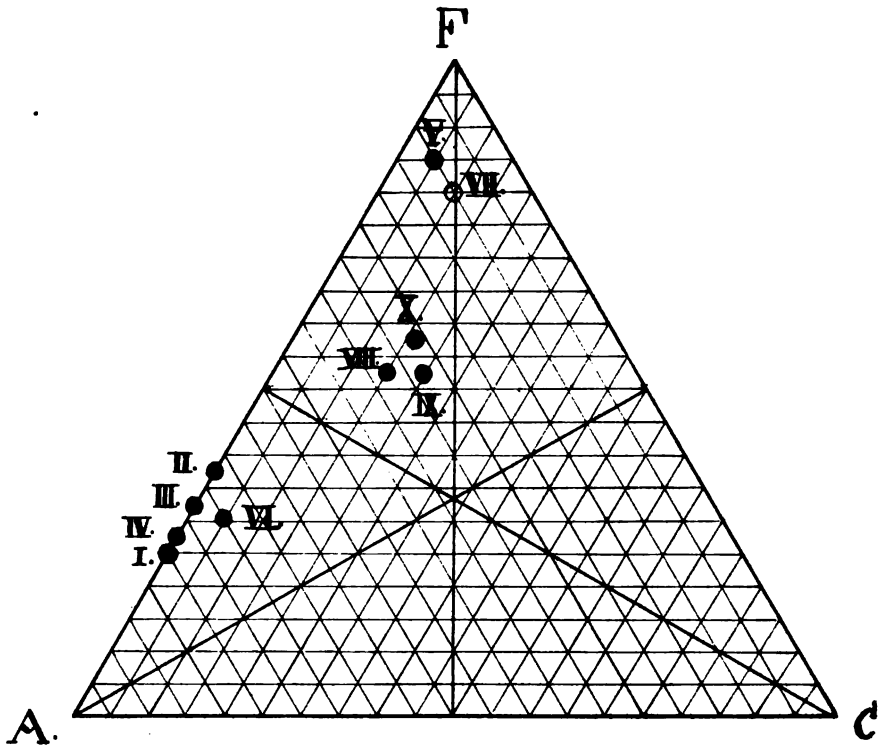
Diese Zusammenstellung ergibt für den Gang der Differentiation die Tendenz nach Abspaltung und Anreicherung des Kernes $(NaK)AlSi_3$ einerseits und der Kerne $CaAl_2Si_2$ und $\overset{II}{R}Si$ anderseits. Es geht diese Differentiation hier so weit, daß einerseits der Kern $CaAl_2Si_2$ beinahe[1]) verschwindet und der Kern $(NaK)AlSi_3$ neben etwas $\overset{II}{R}Si$ und freiem Si stark dominiert. Andererseits entsteht als komplementäres Spaltungsprodukt ein Magma, das reich ist an $CaAl_2Si_2$ und $\overset{II}{R}Si$; doch beansprucht auch hier der Kern $(NaK)AlSi_3$ die höchste Prozentzahl. Parallel mit der Abnahme des Kernes $(NaK)AlSi_3$ läuft eine Zunahme des Kernes $CaAl_2Si_2$, wobei jedoch auch die Menge des nicht mit den Basen verbundenen Si modifizierend einwirkt, so daß in den sauren Endgliedern mit Abnahme des $(NaK)AlSi_3$-Kernes eine Zunahme an Si parallel geht, und erst bei dem Zurück-

[1]) Nach dem mikroskopischen Befund muß der $(CaAl_2Si_4)$-Kern vorhanden sein. Da nach dieser Berechnung alle Tonerde von den Alkalien verbraucht wurde, erhält man den Wert 0.

Digitized by Google

treten des Si, beim Übergang zum Dioritporphyrit, erreicht der ($CaAl_2Si_3$)-Kern größere Werte. Eine etwas andere Differentiationstendenz zeigt die Hornblendeminette, indem beide feldspatbildenden Kerne zurücktreten gegenüber der starken Zunahme der zweiwertigen Metalle. Es würde dieser Vorgang der „lamprophyrischen" Spaltung entsprechen (Milch).[1])

Fig. 2.



Der Versuch, die Metallatomprozente nach dem Vorgehen von Becke u. a. als Funktion des Si-Gehaltes im rechtwinkeligen Koordinatensystem zu projizieren, ergab nicht die erwarteten Gesetzmäßigkeiten, wie auch keines der konstanten Verhältnisse zwischen den Alkalien oder den Oxyden der zweiwertigen Metalle, die von Iddings und Brögger als Zeichen der Blutsverwandtschaft angegeben wurden, zu konstatieren war. Die Werte n (Osann) schwanken

[1]) Zentralblatt f. Mineralogie, 1902, pag. 676 ff.

Digitized by Google

zwischen 2·6 (Minette) und 8·2 (Aplit); diejenigen für m von 2·9 (Aplit) bis 10 (Dioritporphyrit); doch besitzen 6 der beschriebenen Gesteine Werte m, die zwischen 6·4 und 7·5 liegen.

Um die chemischen Verhältnisse rasch überblicken zu können, wurden die gefundenen Werte a c f nach Osann in Dreiecksprojektion dargestellt.

Hier ergibt sich nun deutlich die Vereinigung einzelner, chemisch nahe verwandter, hier im gleichen Sinne differenzierter Gesteine zu Gruppen, deren Projektionsorte jedoch zum Teil auf eine weitgehende Differentiation hinweisen. Die eine Gruppe (I—IV und VI) umfaßt die Alkali-Granite und -Granitporphyre sowie den Aplit. Die Projektionspunkte liegen auf der Linie AF für I—IV, für den Aplit VI in der Fläche des I. Sextanten. Die zweite Gruppe wird von den dioritischen Gesteinen (VIII—X) gebildet. Ihre Projektionspunkte fallen im II. Sextanten nahe zusammen, während die Hornblendeminette V als extremstes, basisches Differentiationsprodukt sich in die Nähe von F projiziert.

Das Differentiationsbild ist insofern eigenartig, als hier die Differentiation nicht zur Bildung typisch komplementärer Produkte geführt hat. Der mächtige Lakkolith des zentralen Granites ist am Nordrand des Aufnahmegebietes wenig differenziert, da er, selbst ein extremes Differentiationsprodukt, zu weiteren Abspaltungen nicht geeignet war. Es entsprechen somit die basischen dioritischen Gesteine innerhalb der Schieferzone eher einer tief magmatischen als einer lakkolithischen Differentiation. Wie schon früher nachgewiesen wurde, muß für die Hornblendeminette auch tiefmagmatische Differentiation angenommen werden, während der Quarzsyenit (II) der Voralp eher durch lakkolithische Differentiation entstanden sein dürfte.

Die Granitporphyre sind saurer als der Granit und können als Nachschübe eines sauren Restmagmas bezeichnet werden. Parallel mit der Anreicherung an SiO_2 hat eine Umkehrung des Alkaliverhältnisses stattgefunden. Der in die Amphibolite injizierte Aplit steht chemisch dem sauren Granit sehr nahe, so daß eine fast gleichzeitige Intrusion wahrscheinlich ist.

Die Unregelmäßigkeiten im Differentiationsbild dürften darauf hinweisen, daß hier zum Teil nicht mehr die ursprünglich reinen Differentiationsprodukte vorliegen. Eine Veränderung der chemischen Konstitution durch stattgefundene Assimilation muß z. B. für den ana-

Digitized by Google

lysierten Aplit als sicher, für einzelne andere Gesteine als wahrscheinlich angenommen werden.

Zudem darf auch die Möglichkeit einer Intrusion aus zwei Herden, einem nördlichen und einem südlichen, nicht außer acht gelassen werden.

Wenngleich der genetische Zusammenhang der einzelnen Gesteine vorläufig nicht vollständig klargelegt werden kann, so resultiert doch aus dem Vorkommen der beschriebenen Eruptivgesteine in der Schieferzone für letztere eine Epoche, während der sie weitgehenden Intrusionen verschieden konstituierter Magmen unterworfen war.

Dabei können in erster Annahme die Gangmassen aus einem die Schieferzone unterteufenden Herd gegen Ende (oder nach) der Faltung und Aufrichtung der Schichten zwischen dieselben intrudiert worden sein.

Eine zweite Annahme würde eine (eventuell zwei) lateral gelegene Eruptionsstellen voraussetzen, von denen aus die Magmen als apophysenartige Lagergänge oder als Oberflächenergüsse mit nachfolgender überdeckender Sedimentation zwischen die Schiefer eingelagert wurden. Der ganze Komplex müßte dann größtenteils nach stattgefundener Intrusion und Überlagerung aufgerichtet worden sein.

Daß noch bei horizontaler Lagerung der Schiefer Eruptionen stattgefunden haben, beweisen die mit Quarzporphyr erfüllten Tonschiefer des Maasplankstockes.

Erst müssen die petrographischen Verhältnisse der zwischengelagerten Gneise und Schiefer sowie diejenigen der nördlichen Gneise noch näher geprüft werden, und dann erst wird es möglich sein, weitgehende Schlüsse auf Altersbeziehungen zwischen Sedimentation, Intrusion und Faltung der Schiefer zu ziehen.

Mineralogisch-petrogr. Institut des Polytechnikums
Zürich, Januar 1905.

Digitized by Google

IV. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft.

Monatsversammlung

am 5. Dezember 1904 im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute.
Anwesend 27 Mitglieder.

Vorträge.

Prof. F. Becke: Über eine neue Methode der Achsenwinkelmessung.

In einem Schnitt senkrecht zur optischen Achse eines zweiachsigen Minerals erblickt man im Konoskop zwischen gekreuzten Nicols eine dunkle Barre, die in der Normalstellung der Achsenebene parallel geht und gerade gestreckt ist, in der Diagonalstellung in der Form einer hyberbelähnlichen Kurve erscheint, die ihre konvexe Seite der ersten Mittellinie zuwendet. Das Maß der Krümmung hängt mit der Größe des Achsenwinkels zusammen. Die Krümmung verschwindet ganz bei $2V = 90^0$; dann erscheint die Barre auch in der Diagonalstellung gerade.

Der Vortragende zeigt, wie man mittelst Camera lucida und drehbarem Zeichentisch den Achsenort, die Achsenebene und einen Punkt der in Diagonalstellung auftretenden Hyperbel auf ein Zeichenblatt und von hier aus in eine stereographische Projektion übertragen kann. In dieser läßt sich im fixierten Punkt der Hyperbel die Fresnelsche Konstruktion ausführen: Die Schwingungsrichtung (45° mit der Achsenebene einschließend) halbiert den Winkel der vom Punkt H zu den Achsen A_1 und A_2 gezogenen Großkreise. Da der Großkreis HA_1 gezogen werden kann, läßt sich auch HA_2 konstruieren, und der Durchschnittspunkt dieses Großkreises mit der Projektion der Achsenebene ist die zweite Achse.

Digitized by Google

Durchgeführte Messungen an Platten, deren $2V$ anderweitig bekannt war, gaben gute Übereinstimmung:

Albit Amelia, $2V$ nach Hyperbelkrümmung: 1. Platte 77°, 2. Platte 78°. 3. Platte 78°. Wahrer Wert 77° 39′.

Oligoklas Twedestrand, $2V$ nach Hyperbelkrümmung 81·5°, wahrer Wert 82° 23′. (Ausführlicher in Tschermaks Min. Petr. Mitt., Bd. 24, pag. 34.)

Dr. Koechlin legt zunächst Belegstücke von Chalmersit und Kryolithionit vor, über die schon in den Nr. 16 und 19 dieser Mitteilungen referiert worden ist, und bespricht sodann ein neues Bleimineral, den Teallit, den Prior im Mineralogical Magazine (1904, XIV, 21) beschrieben hat. Das Mineral hat die Zusammensetzung: $PbSnS_2$, und bildet meist dünne biegsame, graphitähnliche Blätter, vom spez. Gewicht 6·36 und der Härte 1—2. Die meist sehr undeutlichen Krystalle sind wahrscheinlich rhombisch mit einem Achsenverhältnis von $a:b:c = 0{\cdot}93:1:1{\cdot}31$ und den Formen c (001), o (111), p (221). Parallel c ist eine ausgezeichnete Spaltbarkeit vorhanden. Auf den zwei Originalstücken, von denen angenommen wird, daß sie aus Bolivia stammen, ist der Teallit in Kaolin eingebettet auf einer von Pyrit durchsetzten grauen Matrix; auf einem Stücke von Wurtzit, auf dem anderen von Galenit begleitet. Genannt ist das Mineral nach Dr. H. Teall, dem General-Direktor der Geological Survey von Großbritannien.

Dasselbe Mineral wurde auch auf Stücken entdeckt, die Herr Ingenieur German der mineralogischen Sammlung des Hofmuseums geschenkt hat. Darnach ist der Fundort des Teallit: Santa Rosa, Antequera, Bolivia.

Hierauf spricht

Dr. Koechlin: Über den Coelestin von Häring in Tirol.

Im Jahre 1890 wurden Stücke aus dem Mergel von Häring mit kleinen bläulichen Krystallen an Ministerialrat v. Friese nach Wien gesandt und mir zur Bestimmung übergeben. Die Krystalle erwiesen sich als Coelestin. Da dieses Vorkommen meines Wissens noch nicht beschrieben ist und einige interessante Erscheinungen zeigt, erscheint eine eingehendere Besprechung gerechtfertigt.

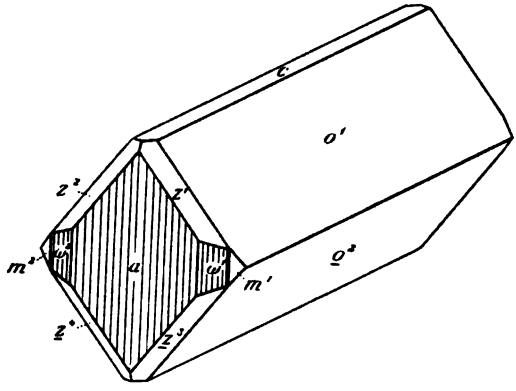
Der Mergel und der darunterliegende Stinkstein, das Hangende des Kohlenflötzes von Häring, werden von kleinen Gängen von

Digitized by Google

Kalkspat durchsetzt, der zuweilen in Drusen auskrystallisiert und meist von Bergteer begleitet ist. Einer solchen Druse (oder wahrscheinlich mehreren) entstammen die zu besprechenden Coelestinstufen.[1])

Die Coelestinkrystalle sind bläulich weiß, blaugrau bis farblos und ziemlich durchsichtig. Sie sitzen auf gelblichem Kalkstein, der an freien Oberflächen drusig auskrystallisiert und dann meist bräunlich gefärbt ist; darauf sitzen manchmal bis 3 *cm* große, braune, hypoparallele Stöcke von Calcitkrystallen von der Form — 2 R. Manchmal zeigen sich über dem drusigen Calcit Krusten von feindrusigem

Fig. 1.



Quarz, die aus winzigen farblosen Kryställchen bestehen. Als jüngste Bildung erscheint der Coelestin.

Die Coelestinkrystalle zeigen zwei Typen, einen säulenförmigen wie Figur 1 und einen pyramidalen wie Figur 2 und 3. Die Kombination ist in beiden Fällen die gleiche: c (001), ω (750), m (110),

[1]) Über das Vorkommen schreibt Oberbergverwalter Johann Zadrazil unter Kirchbichl, am 17. April 1891 an Ministerialrat v. Friese: „Das besagte kleine Stück mit den Coelestinkrystallen ist im Mergel zwischen der Portlandschichte und dem Stinkstein in einer Druse vorgekommen, die beim Vortriebe eines Querschlages im Jahre 1889 bloßgelegt wurde . . . . .“

Später erhielt auch das Hofmuseum eine Sendung von Herrn Heinrich Pascher, Verwalter der Perlmooser Aktiengesellschaft. Herr Pascher sagt in seinem Begleitschreiben: „Kürzlich fanden wir in unserer Grube in Häring mitten in der Portlandlage eine nicht uninteressante Druse, welche von allen Seiten vom Portlandmergel dicht umschlossen war . . . .“ (24. April 1891).

Digitized by Google

o (011), z (111), wobei die Aufstellung so gewählt ist, daß die Richtung der Hauptspaltbarkeit parallel c, die der zweiten parallel m verläuft.

Die säulenförmigen Krystalle sind im allgemeinen bis 5 *mm* lang, graublau bis farblos nach der a-Achse gestreckt und lassen meist nur die Flächen von o und die parallel der c-Achse gestreifte Querfläche erkennen. Manchmal werden die Formen c, z, m, ω deutlich, treten aber nie so stark hervor wie in der Figur 1. An der Entwicklung der gestreiften Prismenzone nehmen eine Reihe von Formen teil, sowohl zwischen m und ω als auch zwischen ω und a, doch sind sie nicht sicher bestimmbar. a selbst dürfte nur eine Schein-

Fig. 2.

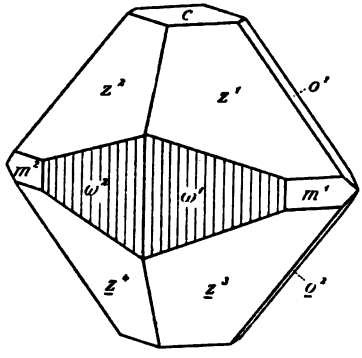
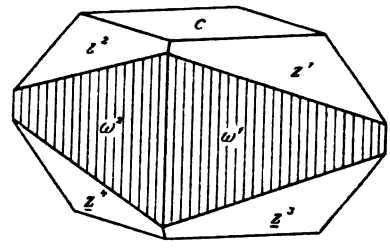


Fig. 3.



fläche sein; zumindest tritt in dem Reflexzug ihre Position nicht mehr hervor als die der anderen unbestimmbaren Formen. Der hypoparallele Aufbau der Krystalle ließ ein genaueres Studium dieser Verhältnisse aussichtslos erscheinen.

Die Krystalle des pyramidalen Typus sind nur 2—3 *mm* groß, meist lebhafter gefärbt als die säuligen und zeichnen sich durch das starke Hervortreten der Form ω aus, die sonst nur an Krystallen von Dornberg bei Jena und da nur untergeordnet beobachtet ist. Der Habitus wechselt je nach der stärkeren oder schwächeren Entwicklung von c (Fig. 2 und 3) und geht bis zum tafligen. Die Prismenzone ist hier viel klarer, nur m und ω geben Reflexe.

Beide Typen zeigen hypoparallelen Aufbau und neigen außerdem zur Bildung kugeliger Gruppen in der Art, daß die a-Achsen rádial gestellt sind. Andrerseits reihen sich taflige Individuen des

Digitized by Google

zweiten Typus seitlich aneinander mit parallelen c-Flächen und bilden so dünne Stengel, die sich zu Büscheln vereinigen. Auf einem Stücke sind die Stengel fast haarförmig dünn und in großer Zahl zu einer filzigen Masse vereinigt, eine Erscheinung, die bei Coelestin neu sein dürfte.

Die beiden Typen finden sich bei dem vorliegenden Material niemals auf einem Stücke beisammen. Leider wurde seinerzeit nicht festgestellt, ob die betreffenden Stücke von einem oder von mehreren Punkten stammen.

Das spezifische Gewicht ist auffallend hoch. Es konnte zwar zur Bestimmung, die mit der hydrostatischen Wage vorgenommen wurde, nur 0·1 *g* Substanz verwendet werden, doch gaben zwei zu verschiedenen Zeiten gemachte Bestimmungen übereinstimmend 4·01, während dem reinen Coelestin nur 3·93 zukommt. Es wäre nach Analogie andrer Fälle ein bedeutender Gehalt an Barium zu erwarten gewesen, doch konnte im Spektralapparat keine Spur davon entdeckt werden.

Infolge des hypoparallelen Aufbaues der Krystalle zeigten die gemessenen Winkel Differenzen bis zu 40′, doch genügten sie zur Identifizierung der Hauptformen. In der folgenden Tabelle stehen unter „gerechnet“ die Angaben von Dana, unter „gemessen“ die Mittelwerte von 2 bis 6 Messungen.

	gerechnet	gemessen
c o . . .	52° 00′	52° 7′
0^1 o^2 . .	76 00	75 46
m^1 m^2 . .	75 50	75 35
o z . . .	45 20	45 22
c z . . .	64 21	64 22
z m . . .	25 39	25 33
z^1 z^2. . .	67 17	67 25
ω^1 ω^2 . .	58 11	57 57
ω m . . .	8 49·5	8 46
z ω . . .	27 1·4	26 54

Schließlich teilt Koechlin mit, daß er von Herrn Anton Otto in Wien ersucht worden sei, eine Analyse des Dognácskaits vorzulegen, die vor Jahren im Laboratorium des Herrn Professor Pohl

Digitized by Google

am Wiener Polytechnikum, zur Zeit als Herr Otto Assistent daselbst war, gemacht worden ist.

Während die Analyse Maderspachs, auf Grund deren Krenner den Dognácskait aufgestellt hat, 71·79 Bi, 15·75 S, 12·23 Cu ergeben hatte, führt Otto folgende Zahlen an:

Bi	42·2
S	18·9
Cu	36·1
$Fe_2 O_3$	1·4

Otto weist darauf hin, daß diese Zahlen der Formel: $Bi_2 S_3 + 3 Cu_2 S$, also der Zusammensetzung des Wittichenits entsprechen und er ist geneigt, den Dognácskait mit dem Wittichenit zu vereinigen.

Gegen diese Ansicht spricht allerdings der Umstand, daß der Dognácskait sehr ausgesprochene Spaltbarkeit zeigt, während für Wittichenit gar keine angegeben wird. Es dürften daher noch weitere Untersuchungen notwendig sein, um diese Frage ins Reine zu bringen.

Zwei Stücke von Dognácskait, eines vom Hofmuseum, eines von Herrn Kommerzialrat Weinberger, lagen zur Besichtigung vor.

Ausstellung.

Diamant. Das Hofmuseum hatte eine reiche Suite instruktiver Vorkommnisse ausgestellt. Aus Brasilien lagen vor: Kleine Krystalle mit dem begleitenden Sande; ein schöner Krystall der Kombination 111 . 100 . 110, die 100 Flächen vertieft; ein sehr schöner Krystall, 111 mit gekerbten Kanten, die in der Regel als Durchwachsungszwillinge zweier tetraedrischer Krystalle + (111). — (h kl) gedeutet werden (Diamantina, Serro do Frio); ferner ein durchgespaltener, farbloser Krystall eingewachsen in Limonit (Diamantina, Minas Geraes), ein gelblicher Krystall eingewachsen in Quarzit (Minas Geraes); eine Bortkugel von 16 *mm* Durchmesser und perlgrauer Farbe; ein Exemplar der Carbonado bezeichneten Varietät (Bahia); endlich das diamantführende Konglomerat — Cascalho — von Diamantina.

Aus Süd-Afrika lagen vor: Ein sehr schönes Oktaëder mit gekerbten Kanten, durchsichtig, mit schwachem, gelblichem Stich eingewachsen in blue ground (Buetfontein, Griqualand); ein schön ausgebildeter Spinellzwilling 111; ein Penetrationszwilling zweier 100; ein ebenmäßiges 111, etwas rauh durch Einschlüsse.

Digitized by Google

Eine sehr hübsche Reihe von Krystallen unbekannten Fundortes (wahrscheinlich der Mehrzahl nach vom Kap) zeigte die verschiedensten Ausbildungen der Kombinationen: Ein ebenmäßiges Triakisoktaëder mit etwas gewölbten Flächen; ein Rhombendodekaëder mit stark gewölbten Flächen; ein Rhombendodekaëder mit kaum merkbar hervortretenden Kanten nach der kurzen Diagonale der Rhombenflächen (vizinales Tetrakishexaeder); ein Würfel mit rauhen, vertieften Flächen; ein großes schwarzes Oktaeder mit Wachstumsgrübchen auf 111; ein schönes gelbliches Oktaeder mit gerundeten und etwas gekerbten Kanten 111.hkl; ein Zwilling nach {111} hkl mit gerundeten Flächen und Kanten.

Aus der Sammlung von Lechner waren ausgestellt: Von Brasilien ein schöner Krystall in Konglomerat. Vom Kap: Ein großer schöner Krystall in Serpentinbreccie, Oktaeder, verzerrtes Rhombendodekaëder mit krummen Flächen, ein sehr netter Würfel mit drusigen Flächen, 3 Zwillinge nach {111}; zwei tropfenförmige verzerrte Kryställchen; mehrere durch ihre Färbung bemerkenswerte Steine: ein dunkelroter, ein reingelber, ein bräunlichgelber usw.

Aus der Sammlung von Loehr lag vor eine schöne Kollektion teils krystallisierter, teils geschliffener Steine, z. T. durch prächtige Färbung bemerkenswert. Hervorgehoben sei ein Krystall von ca. 3 *mm* Kantenlänge, Würfel mit vertieften Flächen und bedeckt mit tetraedisch gestalteten Fortwachsungen oder Subindividuen, die von glänzenden glatten 111-Flächen umschlossen werden. Ein schöner violetter Krystall. Ein tropfenförmiger Krystall; ein geschliffener Stein mit kohlschwarzen Einschlüssen; ein großer brauner Diamant; ein kleiner geschliffener Stein zeigt farblosen Kern und grüne Rinde. Eine schöne Bortperle.

Aus der Sammlung Perlep waren zur Ausstellung gebracht 5 Schachteln mit kleinen, aber zum Teil prachtvoll gefärbten Krystallen: schön rosa, grün, blau, tiefrot, braun.

Graphit. Aus dem Hofmuseum war ausgestellt worden: Graphit in schuppigen Lagen auf verändertem Cordieritgestein (Cordieritgneis) vom Kürnberger Revier bei Linz, Ob.-Österreich. — Deutliche Blättchen, eingewachsen in Feldspat von Kummerfoss, Norwegen und schöne große sechsseitige Tafeln mit Biotit in Quarz von Bamle, Norwegen. — Ein schönes Handstück, einen stänglig-blättrigen Gang in Granulit zeigend, von Ceylon (ein ähnliches Exemplar ohne Nebengestein hatte das mineral.-petrogr. Universitäts-Institut, ein anderes von Racwana, Ceylon, Dr. Perlep, ausgestellt.) Von Sibirien lag ein derbes Exemplar mit faseriger Textur vor.

Von amerikanischen Vorkommnissen war vertreten: Pompton, N.-Jersey, große dünne Blätter eingewachsen in Feldspat, begleitet von Pinit, — Warwick, N.-York. Große sechsseitige Tafeln mit Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin in Kalkspat eingewachsen und ein ähnliches Exemplar von Bysam, N.-Jersey.

Prof. Neugebauer hatte Exemplare des Graphits von Schweine bei Müglitz, Mähren, in rohem und verarbeitetem Zustand ausgestellt.

Aus der Sammlung Weinberger lag eine Eisenschlacke von Königshütte, Beraun, vor mit großen dünnen Blättern von Graphit.

Graphitoid in derben, eckigen Knollen und in feiner Verteilung im körnigen Kalk von Wunsiedl, Bayern, hatte das Hofmuseum ausgestellt.

Digitized by Google

Mellit von Tula und Artern (Hofmuseum).

Whewellit von Burgk, Sachsen. Einen großen, nicht sehr gut entwickelten Zwilling hatte die Kollektion Weinberger, einen großen, flächenreichen Zwillingskrystall, eingewachsen in Hohlräumen von Kalkmergel, das Hofmuseum ausgestellt. Außerdem einen losen flächenreichen Zwilling das Mineralog. Univ.-Institut. Mehrere Exemplare waren von Herrn Zeumer vorgelegt worden.

Von Brüx stellte das Mineral. Univ.-Institut eine schöne Stufe mit krummflächigen Krystallen aus.

Monatsversammlung

am 9. Jänner 1905 im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute, zugleich ordentliche Generalversammlung. — Anwesend 29 Mitglieder, 2 Gäste.

Nach Begrüßung der Anwesenden durch den Präsidenten, Regierungsrat v. Loehr erstattet Prof. Becke den Jahresbericht, welcher mit einem Nachruf auf den Schriftführer Dr. F. Focke schließt. Die Versammlung erhebt sich zum Zeichen der Trauer von den Sitzen. Direktor F. Berwerth erstattet den Kassebericht, welcher von Dr. Koechlin geprüft und richtig befunden wurde. Auf seinen Antrag erteilt die Versammlung dem Vorstand das Absolutorium.

Auf Grund einer vom Vorstande vorgelegten Liste wird auf Antrag von Hofrat v. Pronay der Ausschuß en bloc gewählt.

Vorträge:

J. Morozewicz: Über Beckelith, ein Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium.[1])

Vor etwa zwei Jahren veröffentlichte ich in „Tschermaks Mineralogischen und petrographischen Mitteilungen“ (XXI, 3, 1902) eine Abhandlung, in der ich die Charakteristik eines besonderen Elaeolithsyenit-Gesteins angegeben habe, das durch die spezielle Benennung als Mariupolit unterschieden wird und eines der petrographischen Elemente der Azowschen Granittafel bildet. Meine beinahe ein ganzes Jahr dauernde Reise nach den Komandor-Inseln und ferner andere Veröffentlichungen mehr amtlichen Charakters waren die Veranlassung, daß ich die begonnenen Studien dieses

---

[1]) Bulletin de l'Académie du Sciences de Cracovie. Dezember 1904.

Digitized by Google

interessanten geologischen Gebildes unterbrochen habe, so daß ich dieselben erst zu Anfang 1904, kurz vor meiner Abreise von Petersburg nach Krakau, fortsetzen konnte.

Diesmal lenkte meine Aufmerksamkeit eine der zahlreichen Gang-Apophysen des Mariupolits auf sich, welche aus der Balka Wali-Tarama stammt und eine ausgesprochene Porphyrstruktur durch vollkommen ausgebildete Nephelin- und Magnetit-Krystalle zeigt, die durch zuckerartige Albitmasse zusammengekittet sind. In dieser konnte man schon mit bloßem Auge Körner und Kryställchen von wachsbrauner Farbe, mit muscheligem Bruch von manchmal hexagonalem Bruchabriß bemerken, welche schon ihrem Äußeren nach vermuten ließen, daß sie einem der seltenen Minerale, insbesondere dem Pyrochlor oder Eukolit angehören, welche in den Elaeolithsyeniten des Ural, Skandinaviens, Lapplands und anderer Länder vorkommen.

Durch das Mikroskop ließ sich in der Tat nachweisen, daß diese Gangvarietät des Mariupolits aus Nephelin, Albit, Aegirin und zuweilen aus porphyrischem Magnetit zusammengesetzt ist, der hier den Lepidomelan ersetzt, und ferner aus dem hellgelben, oben erwähnten Mineral wie auch aus einem farblosen, sehr stark lichtbrechenden und mir ganz unbekannten Mineral x. [1]) Das gelbe Mineral, welches abgesehen von großen Körnern auch in Form von zahlreichen kleinen Oktaedern und Dodekaedern auftritt, zeigte sich im polarisierten Lichte isotrop, wodurch die Möglichkeit, daß es dem Pyrochlor angehöre, wahrscheinlicher wurde, dagegen die Vermutung, daß es dem Eukolit ähnlich sei, beseitigt wurde.

Schon die Vergleichung des gelben Minerals mit dem uralischen Pyrochlor bewies, daß der letztere jenes an Glanz und Lichtbrechungsvermögen übertrifft. Die größeren Körner und Krystalle unseres Minerals weisen eine ganz deutliche kubische Spaltbarkeit auf, während Pyrochlor sie in einem solchen Maße nicht aufweist und ist dies auch der Fall, dann ist die Spaltbarkeit eine oktaedrische.

Diese Merkmale ließen daran zweifeln, ob das in Rede stehende Mineral mit dem Pyrochlor identisch ist und machten eine nähere Untersuchung seiner physischen und chemischen Eigenschaften notwendig. Diese Nachforschungen ergaben folgende Resultate:

---

[1]) Gelingt es, dieses Mineral näher zu bestimmen, so wird es Gegenstand der nächstfolgenden Mitteilungen sein.

Digitized by Google

Das Lötrohr. Das besprochene Mineral ist in der Lötrohrflamme unschmelzbar. Geschmolzenes Phosphorsalz löst es leicht auf, indem es eine durchsichtige, fast farblose oder nur leicht gelblichgrün gefärbte Perle liefert. Diese Farbe bewahrt die Perle sowohl in der oxydierenden wie auch reduzierenden Flamme. Verfahren wir in derselben Weise mit dem Pyrochlor, so gibt dieser in der reduzierenden Flamme eine dunkelbraune Perle. Mittelst des Lötrohrs ließ sich also der oben vermutete Unterschied vom Pyrochlor entschieden feststellen.

Die Isolierung. Zur weiteren Untersuchung des Minerals war es unumgänglich notwendig, dasselbe aus dem Gestein in hinreichender Menge auszuscheiden, um eine vollständige chemische Analyse durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurden auf mechanischem Wege reine oder in Albitmasse eingefaßte Stückchen des Minerals ausgewählt und das Gemenge nach entsprechender Pulverisation in Methylenjodid und in geschmolzenem Thalium-Silber-Nitrat gereinigt. Auf diese Weise erhielt ich ungefähr $2g$ des äußerlich reinen Minerals, in welchem man nur mit Hilfe des Mikroskops hie und da kleine Einschlüsse von Albit und Aegirin beobachten konnte.

Das spezifische Gewicht des Minerals wurde in folgender Weise bestimmt. In eine Eprouvette, in der sich geschmolzenes $AgNO_3$ . . $Tl\,NO_3$ befand, wurden reine Stückchen des zu untersuchenden Minerals getan und ferner Stückchen von Korund, Rutil und Pyrochlor. Durch allmähliche Verdampfung der Flüssigkeit, die etwas Wasser enthält, wird ihre Dichte so weit erhöht, daß auf ihrer Oberfläche zuerst der Korund, nach weiterer, ziemlich lang dauernder Abdampfung das uns interessierende Mineral, etwas später Rutil und schließlich der Pyrochlor erschien. Daraus folgte, daß das spezifische Gewicht unseres Minerals zwischen der Dichte des Korunds und des Rutils liegt, d. h. es > 4 und < 4.2 ist. Wir ersehen dabei, daß es dem Rutil näher steht als dem Korund; somit können wir das spezifische Gewicht desselben mit 4·15 bei einer Genauigkeit bis auf 0·02 oder 0·03 annehmen.

Die Härte. Die spitzen, abgespaltenen Stücke unseres Minerals ritzen merklich den Flußspat, lassen aber den Adular unberührt. Seine Härte gleicht daher ungefähr der Härte des Apatit, entspricht nämlich dem 5. Härtegrad der Skala von Mohs.

Digitized by Google

Die Auflösbarkeit in Säuren. Das Mineral löst sich in heißer Salzsäure leicht auf, indem es nur wenig weißliche, flockige Kieselerde hinterläßt. Die heiße Lösung ist gelb, entfärbt sich jedoch nach der Abkühlung. In bezug auf die Lösbarkeit unterscheidet sich unser Mineral deutlich von Pyrochlor, welcher sich ebenfalls in heißer konzentrierter HCl löst, aber nur in dem Falle, wenn sein Pulver zuvor der Glühhitze nicht ausgesetzt wurde. In letzterem Falle, d. h. ausgeglüht, wird der Pyrochlor völlig unzerlegbar. Unser Mineral ist dagegen sowohl vor wie nach dem Ausglühen leicht lösbar.

Die qualitative Analyse des neuen Minerals und des Pyrochlors. Um den Unterschied zwischen diesem Mineral und dem Pyrochlor noch genauer nachzuweisen, unternahm ich zuerst die qualitative Analyse beider Verbindungen. Dabei ergab es sich, daß das uns näher interessierende Mineral eine ansehnliche Menge Kieselerde enthält, die dem Pyrochlor fehlt, und was noch merkwürdiger ist, daß es ganz und gar von Niobsäure frei ist, die im Pyrochlor reichlich auftritt. Ferner fand ich im uralischen Pyrochlor (Miask) bedeutende Mengen von TiO_2 und ThO_2, die ich in dem neuen Mineral nicht entdeckte. Ferner zeigte es sich, daß die beiden miteinander verglichenen Minerale Elemente der Yttrium- und Cerium-Gruppe enthalten, die jedoch in dem neuen Mineral viel reichlicher hervortreten.

Das Gesamtresultat dieser eingehenden Nachforschungen bestand darin, daß ich in diesem unbekannten Mineral die Anwesenheit der Oxyde von Si, Al, Fe, Mn, Zr, Y, Er, Ce, La, Di, Ca, Mg und Na, aber das Fehlen von Nb, Ta, Ti, Li wie auch von F konstatierte.

Die quantitative Analyse. Nachdem diese einleitenden Versuche die Eigenart des fraglichen Minerals mit voller Bestimmtheit erwiesen hatten, erübrigte es noch, seine quantitative Analyse durchzuführen. Zu diesem Zwecke verwendete ich eine Portion von 0·7040 *g*, welche nach Auflösung in verdünnter HCl, außer Kieselerde, noch einen unbedeutenden Rückstand hinterließ, welcher aus Albit- und Aegirin-Einschlüssen bestand. Infolgedessen verminderte sich die analytische Portion in Wirklichkeit auf 0·6890 *g*. Die Ergebnisse dieser lang dauernden und ziemlich mühsamen Analyse sind folgende:

Digitized by Google

I.		II.	
SiO_2	17·13	Al_2O_3	0·30
$ZrO_2 + R_2O_3$	65·31	Fe_2O_3	Spuren
Mn_2O_3	0·07	ZrO_2	2·50
CaO	15·46	$Y_2O_3 + Er_2O_3$	2·80
MgO	Spuren	Ce_2O_3	28·10
K_2O	0·39	La_2O_3	13·60
Na_2O	0·78	Di_2O_3	18·00
Glühverlust	0·99		
	100·13		

Die erste Reihe (I) enthält in Prozenten die gewöhnlichen Elemente und die Gesamtsumme $R_2O_3 + ZrO_2$, welche alle seltenen Erden umfaßt; die zweite (II) gibt einzelne Prozentquantitäten der letzteren an.

Obwohl die analytischen Methoden hinsichtlich der seltenen Erden jetzt bedeutend vervollkommnet und schon so ziemlich allgemein bekannt sind, so erscheint es mir dennoch angemessen, an dieser Stelle wenigstens im allgemeinen auf den Verlauf der Operationen hinzuweisen, deren ich mich bediente, um diese Erden im untersuchten Mineral voneinander zu trennen.

Die Summe $Y_2O_3 + Er_2O_3$ habe ich mittelst einer neutralen, gesättigten Lösung von K_2SO_4 ausgeschieden. Die Anwesenheit des Er_2O_3 wurde mittelst des Spektroskops als ein Absorptionsstreifen im grünen Teile des Spektrums von der Wellenlänge $= 524\,\mu$ konstatiert. Da jedoch die Lösung der Nitrate dieser Erden nach Zugabe von HF einen reichlichen Niederschlag von Yttriumfluorid bildet, so müssen wir annehmen, daß das Erbium sich nur in sehr geringen Mengen vorfindet.

Durch vorsichtiges Schmelzen der Mischung von Nitraten mit Kalisalpeter gelang es mir, das Cerium vom Lanthan und Didym abzusondern. Was jedoch die Trennung des Lanthans vom Didym anbetrifft, so bediente ich mich nicht der Methode einer mehrmaligen Krystallisation ihrer Nitrate in Form des Doppelsalzes mit Ammonnitrat, sondern verfuhr nach einer neuen Methode, die darauf beruhte, daß ich zu der heißen konzentrierten Lösung von $La(NO_3)_3 + Di(NO_3)_3$ heiße Oxalsäure hinzugoß. Das Didymoxalat gerann infolgedessen augenblicklich in violetten, harten Klümpchen, während weiße Flockchen von Lanthanoxalat nur langsam zu Boden fielen

Digitized by Google

oder in Suspension verblieben. Durch wechselndes Umrühren der Lösung und durch Dekantation kann man den weißen flaumartigen Lanthanniederschlag von dichten Klümpchen violetten Didyms (Neodyms) leicht absondern. Diese mehrmals wiederholte Operation gibt, glaube ich, viel raschere und nicht minder genaue Ergebnisse als die mehrmalige, tagelang dauernde Krystallisation der erwähnten Doppeltnitrate.

Das auf diese Weise erhaltene Lanthanoxalat ist zwar nicht völlig frei von Didym, enthält jedoch davon nur sehr geringe Mengen. Das aus der essigsauren Lösung erhaltene Lanthanhydrat weist eine sehr deutliche Reaktion mit Jod auf (ein starkes Bläuen des schleimigen Niederschlages).

Didym-(Neodym-)Oxalat ist lichtviolett und seine salpetersaure Lösung gibt ein prachtvolles Absorptionsspektrum mit sehr deutlichen dunklen Streifen, besonders zwischen den Wellenlängen $\lambda = 501\,\mu$ und $\lambda = 504\,\mu$ wie auch $\lambda = 571\,\mu$ und $\lambda = 581\,\mu$.[1])

Rechnen wir die oben erhaltenen Prozentzahlen in Molekularverhältnisse um, so erhalten wir folgende drei einfache Zahlen, sobald wir ZrO_2 mit SiO_2 verbinden und für Ce, La, Di das durchschnittliche Atomgewicht = 140 annehmen.

SiO_2 . .	2·83	
ZrO_2 . .	0·20	. . . 3·03 = **3**
Al_2O_3 . .	0·03	
Y_2O_3 . .	0·12	. . . 1·97 = **2**
$Ce_2O_3 + La_2O_3 + Di_2O_3$ . .	1·82	
CaO . .	2·76	
K_2O . .	0·05	. . . 2·94 = **3**
Na_2O . .	0·13	

Dieses Verhältnis kann im chemischen Symbol in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$Ca_3(Y, Ce, La, Di)_4\,(Si, Zr)_3\,O_{15}$$

oder, wenn wir nur die wichtigsten Elemente berücksichtigen:

$$\mathbf{Ca_3\,(Ce, La, Di)_4\,Si_3\,O_{15}}.$$

[1]) Bei den spektroskopischen Untersuchungen war mir mein Freund, Herr Jan Zaleski behilflich, zurzeit Leiter des chemischen Laboratoriums des Instituts für Experimental-Medizin in Petersburg, gegenwärtig Professor der Chemie am Agronomischen Institut in Dublany.

Digitized by Google

Diese Formel entspricht keiner der bekannten mineralischen Verbindungen, gleicht jedoch noch am ehesten der Zusammensetzung der Granate, sobald wir ihr folgende Gestalt verleihen:

$$Ca_3(Ce, La, Di)_2Si_3O_{12} . (Ce, La, Di)_2O_3.$$

In Anbetracht der regulären Krystallform, welche sie auch den Granaten nähert, wie auch in Anbetracht der leichten Lösbarkeit dieser Verbindung in Säuren, sollte man ihr die Konstitution eines Orthosilikats mit zwei Nebenkernen zuschreiben:

$$Ca(Ce, La, Di)_2Si_2O_8 . Ca_2SiO_4 . (Ce, La, Di)_2O_3.$$ [1])

Folgende Prozentzahlen entsprechen einer analogen Verbindung, welche nur Ce-Oxyd enthalten würde:

SiO_2 . . .	18·03%	
Ce_2O_3 . . .	65·23	$Ca_3Ce_4Si_3O_{15}$.
CaO . . .	16·71	
	100·00	

Am merkwürdigsten ist hier der Umstand, daß in dem oben beschriebenen Silikat die Y-, Ce-, La- und Di-Oxyde augenscheinlich die Tonerde ersetzen, weshalb man ihnen die Eigenschaften von Säuren zuschreiben und die ganze Verbindung analog dem „Alumo-Silikat von Calcium" chemisch Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium benennen muß.

Wenn wir die oben angeführten Untersuchungen zusammenfassen, so erhalten wir folgende Charakteristik des erkannten Minerals.

Krystallform tesseral. Die wahrgenommenen Formen: {111}. {110} und {100}. Die kleinen, mikroskopischen Kryställchen weisen stets eine oktaedrische Gestalt auf, nur selten mit einem Hexaeder kombiniert, die größeren dagegen kommen auch in Gestalt von Dodekaedern vor. Die Größe der unregelmäßig begrenzten Körner beträgt bis 0·5 *cm* im Durchmesser. Solche größere Ausscheidungen sind hie und da schwach doppeltbrechend, während die kleinen Kryställchen vollständig und ohne Ausnahme isotrop sind.

Die Spaltbarkeit ist besonders an größeren Körnern ziemlich deutlich; sie ist parallel zu {100}. — Bruch muschelig.

Härte 5.

Spezifisches Gewicht ca. 4·15.

---

[1]) Vgl. meine Anschauung über die Konstitution der Granate. T. M. P. M., XVIII, 1899, pag. 155.

Digitized by Google

In der Lötrohrflamme ist es unschmelzbar. In der Phosphorsalzperle löst es sich leicht auf, wobei die Perle eine leicht gelblichgrüne Farbe annimmt, die sich in der reduzierenden Flamme nicht verändert (Unterschied vom Pyrochlor).

In Säuren ist es leicht löslich sowohl vor wie nach dem Glühen. (Ein auffallender Unterschied vom Pyrochlor.)

Die chemische Konstitution entspricht genau der empirischen Formel:

$$Ca_3(Y,Ce,La,Di)_4(Si,Zr)_3O_{15}.$$

Die angeführten Merkmale bestimmen hinreichend die ausdrückliche Individualität der erkannten Verbindung und sichern ihr eine besondere und bedeutsame Stelle in der Reihe anderer seltener Minerale.

Nach einer in der Mineralogie angenommenen Sitte erhält jedes neue Mineral außer dem chemischen Namen noch eine besondere Benennung, die entweder von irgend einem seiner Merkmale herrührt oder vom Namen der Ortschaft, in der es zum ersten Male gefunden wurde, oder endlich vom Namen von Männern, die sich um die Entwicklung der Mineralogie besondere Verdienste erworben haben. Ich will dieser letzten Sitte folgen und das oben beschriebene neue Mineral „Beckelith" nennen zu Ehren des Herrn Prof. Friedrich Becke in Wien, dessen hervorragende wissenschaftliche Verdienste auf dem Gebiete der Krystallographie und Mineralogie in den weitesten Kreisen der Anhänger unserer Wissenschaft wohl bekannt sind.

F. Cornu: Über den Zeophyllit von Radzein im böhmischen Mittelgebirge:

Durch Herrn W. Peiter in Wellemin bei Lobositz erhielt ich vor einiger Zeit eine Anzahl Zeolithstufen zugesandt, als deren Fundort Radzein angegeben war; auf eine Anfrage wurde mir von dem genannten Herrn mitgeteilt, daß die Fundstelle der dem Herrn A. Heiny gehörige neueröffnete Steinbruch am „alten Berge", einer in unmittelbarer Nähe der Station Radzein der Aussig-Teplitzer Bahn gelegenen Erhebung, sei.

Das auf dem meist stark zersetzten Stufenmaterial vorwiegend zur Entwicklung gelangte Mineral zeigte seinem äußeren Ansehen nach, besonders im frischen Zustande, eine auffallende Ähnlichkeit

Digitized by Google

mit dem Zeophyllit von Großpriesen[1]), dessen Identität mit demselben sich im Verlaufe der Untersuchung mit Sicherheit ergab. Mit der Bestimmung des Mineralkörpers bereits beschäftigt, erhielt ich die Nachricht, daß Herr Professor Pelikan in Prag gleichfalls in den Besitz ähnlicher Stufen von Radzein aus anderer Hand gelangt sei. Auf meine Anfrage hin hat mir Herr Professor Pelikan in liebenswürdiger Weise die Untersuchung des Minerals überlassen, wofür ihm hier herzlichst gedankt sei. Ich erhielt späterhin noch eine Anzahl weit schönerer Stufen von Zeophyllit, als die zuerst in meinen Besitz gelangten waren, durch den Leitmeritzer Händler F. Leitenberger.

Das Muttergestein des Minerals.

Der Zeophyllit von Radzein tritt in meist flach ellipsoidisch gestalteten Mandeln eines normalen Leucittephrits auf.

Das basaltoide Gestein enthält zahlreiche kleine Einsprenglinge von graugrünem Augit mit Zonar- und Sanduhrstruktur, hie und da dunkelbraune basaltische Hornblende, die größtenteils magmatisch resorbiert ist; noch seltener findet sich Olivin. Auch Magnetit tritt in einzelnen von Apatit durchbohrten Ausscheidlingen auf.

Die Grundmasse besteht aus Pyroxenmikrolithen, Mikrolithen von basischem Labrador (nach dem Maximum der Auslöschungsschiefe bestimmt), reichlichen Leucitkryställchen, wenig Hauyn, ziemlich viel Magnetit und etwas Glasbasis.

Durch die Parallelstellung einzelner Scharen von Feldspatleisten kommt eine Mikrofluktuationsstruktur zustande, die indessen nur stellenweise deutlicher ausgeprägt ist.

Es sei hervorgehoben, daß sich das Gestein in einem ganz außerordentlich frischen Zustande befindet; keiner der Gemengteile hat irgend eine Zersetzung erfahren; um die einzelnen Zeolithmandeln herum zeigt sich eine konzentrisch schalige Absonderung des Gesteins, die genau dem Umrisse der Mandeln folgt, eine Erscheinung, die unter andern auch sehr deutlich an den zeolithführenden Blasenräumen des Salesler Gesteins zu bemerken ist.

---

[1]) A. Pelikan, Beiträge zur Kenntnis der Zeolithe Böhmens. Aus dem Sitzungsbericht der kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXI, Abt. I, April 1902.

Digitized by Google

Der Zeophyllit und seine Begleiter.

Der Zeophyllit zeigt auf den an mich gelangten Stufen milchweiße, bisweilen aber auch ganz durchsichtige hemisphäroidale Aggregate, die sich gleich denen des Großpriesener Vorkommens im Bruche aus radial gestellten Blättchen zusammengesetzt erweisen; diese besitzen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis, lassen deutlichen Perlmutterglanz erkennen und sind in dünnen Schichten farblos und glasglänzend.

Das Mineral sitzt entweder unmittelbar auf der Basis der Mandeln auf, oder es wird von gelblichem, spätigem Calcit oder von Apophyllitkrystallen, bisweilen auch von Hyalith unterlagert. Das letztere Mineral bildet manchmal auch dünne Überzüge auf dem Zeophyllit. Aus diesen Verhältnissen ergeben sich folgende zwei Fälle von Sukzessionen:

I.	II.
a) Calcit.	*a)* Hyalith.
b) Zeophyllit.	*b)* Apophyllit.
	c) Zeophyllit.
	d) Hyalith.

Einige Stufen zeigen als Unterlage eine unregelmäßig begrenzte Substanz von großer Härte und von flachmuscheligem Bruch, die sich im Dünnschliffe als trübe und isotrop erweist und stark veränderten Tonmergeleinschlüssen ihr Dasein verdankt.

Ein weiterer Begleiter des Zeophyllit, gleichfalls älter als dieser und sehr dünne Krusten unter den beiden Zeolithen bildend, ist ein sprödes, arabischem Gummi (oder dem Gymnit von Predazzo) völlig gleichsehendes amorphes Mineral, das infolge seines äußerst spärlichen Vorkommens eine nähere Untersuchung nicht gestattete. Es gibt im Glaskölbchen geglüht Wasser ab und wird dabei trübe.

Das optische Verhalten ist das eines isotropen Körpers. Eine geringe Anzahl von Stufen zeigt noch als Seltenheit bis 0·5 *mm* lange, oberflächlich matte, vierfach zugespitzte Kryställchen von Phillipsit. Das Altersverhältnis derselben gegenüber den anderen Mineralen ließ sich nicht feststellen.

Apophyllit.

Der den Zeophyllit begleitende Apophyllit kommt auch als selbständige Mandelausfüllung vor; die Stufen lassen in den meisten

Digitized by Google

Fällen nach der Endfläche tafelige bis 6 *mm* breite, ziemlich krummflächige Krystalle erkennen, die zu Parallelverwachsungen vereinigt ihre Basiskanten nach außen wenden, wodurch ein für Apophyllit recht ungewöhnliches Aussehen der Stufen hervorgerufen wird.

Unter diesen Krystallen von tafeligem Habitus lassen sich zwei Typen auseinanderhalten; der eine zeigt außer der Endfläche c = (001) die von krummen Flächen begrenzte Pyramide p = (111) und das Prisma a = (100); bei dem zweiten Typus sind die gleichen Flächen zur Entwicklung gelangt, nur tritt die Fläche a gegenüber den beiden anderen Formen stark zurück oder sie fehlt ganz.

Auf den später an mich gelangten Stufen wurden noch zwei weitere Typen vorgefunden: der eine — etwa 8 *mm* große Krystalle — zeigt die drei erwähnten Flächen ungefähr im Gleichgewicht, besitzt also einen prismatischen Habitus; die Krystalle des vierten Typus sind sehr klein, spitzpyramidal und werden außer von den Pyramidenflächen nur noch von denen des Prismas begrenzt.

Sie stellen den Krystallen des dritten Typus gegenüber eine jüngere Generation dar und sitzen demzufolge auf den großen prismatischen Krystallen. Sie sind meist vollkommen albinisiert.

Blättchen, die aus wasserhellen Individuen der vier verschiedenen Krystalltypen gespalten wurden, zeigten im parallelen Licht Felderteilung, im konvergenten Licht das Verhalten zweiachsiger Krystalle mit ziemlich großem Achsenwinkel. Der optische Charakter wurde stets negativ befunden. Aus der Farbe der Ringe der Interferenzbilder geht hervor, daß ein Chromocyklit vorliegt.[1]) Vielfach lagen auch trübe weiße Krystalle des Minerals vor, die beim Berühren in ein lockeres Pulver zerfielen. Da sie mit Säure begossen nur wenig aufbrausten, scheint eine Veränderung derselben mehr durch Verstäubung als durch Umwandlung in $Ca\,CO_3$ vor sich gegangen zu sein.

---

[1]) Auch der den Zeophyllit von Großpriesen begleitende Apophyllit ist nach Pelikans Beschreibung (o. c. pag. 14) ein Chromocyklit. Der optische Charakter wird nicht angegeben.

Die von Klein untersuchten Krystalle aus Böhmen (Aussig und Böhmisch-Leipa) erwiesen sich durchwegs als Leukocyclite von optisch positivem Charakter. Vgl. C. Klein, Mineralogische Mitteilungen, XIII, 33. Über das Krystallsystem des Apophyllites und den Einfluß des Druckes und der Wärme auf seine optischen Eigenschaften. N. J. f. Min., 1892, 2, pag. 165—231.

Digitized by Google

Zeophyllit.

Die einzelnen nebeneinander aufgewachsenen Halbkugeln des Zeophyllit selbst besitzen im Durchschnitt einen Durchmesser von etwa 3 *mm*, doch kommen auch solche von bis 10 *mm* Durchmesser vor. Oberflächlich hat häufig eine Zersetzung Platz gegriffen und eine Trübung des Minerals veranlaßt. An den Oberflächen der Sphäroide macht sich durch einen schimmernden Glanz derselben bisweilen eine krystallographische Begrenzung der einzelnen Blättchen bemerkbar, die jedoch so undeutlich ist, daß sie eine nähere Untersuchung nicht gestattet. Nur soviel ist zu bemerken, daß eine Aneinanderreihung der einzelnen Individuen parallel der Fläche der vollkommenen Spaltbarkeit zu sattelförmigen Gebilden vorhanden ist, eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise an den Comptoniten des böhmischen Mittelgebirges oft in besonderer Schönheit zu beobachten ist. Bisweilen gehen die aufeinander gehäuften sphäroidalen Aggregate nach innen in dichte Massen des Minerales über, die eine bläulichweiße Farbe besitzen. Von allen auf den Radzeiner Zeolithstufen entwickelten Mineralen ist der Zeophyllit am reichlichsten vorhanden, die übrigen Minerale treten ihm gegenüber stark zurück.

Der Zeophyllit hat ebenso wie der Apophyllit auf vielen Stufen eine Umwandlung erfahren; so ist dies besonders an jenen Stücken der Fall, welche durch die mindere Frische des umgebenden Muttergesteins ihre Herkunft aus den den Atmosphärilien mehr zugänglichen oberflächlichen Gesteinspartien bekunden. Das Mineral wird bei dieser Umwandlung impelluzid und schneeweiß und nimmt schließlich eine ganz lockere und staubige Beschaffenheit an. Mit Säuren behandelt braust es in vielen Fällen auf, in anderen nicht. Es scheint sich hier um Umwandlungsprozesse, die denen der Pseudomorphosierung des Apophyllit in $CaCO_3$ analog sind, zu handeln. Verstäubungserscheinungen durch Verlust des Wassers spielen aber jedenfalls auch eine Rolle, da das Aufbrausen nach dem Begießen mit Säure nicht immer beobachtet wurde. Eine Umwandlung in ein toniges Produkt, das die Gestalt der Sphäroide und ihre Struktur noch erkennen ließ, wurde auch in einem Falle vorgefunden.

Das spezifische Gewicht wurde mittelst der Methode der schweren Flüssigkeiten — durch Schwebenlassen in Methylenjodid — an ausgesucht reinen Blättchen des frischen Minerals mit 2·748 gefunden. Für den Zeophyllit von Großpriesen wird von Pelikan der

Digitized by Google

etwas höhere Wert von 2·764 angegeben. Blättchen des Zeophyllit von Großpriesen, die mir zufällig zur Verfügung standen, sanken dementsprechend in dem zur Bestimmung des spez. Gewichts der Blättchen von Radzein verwendeten mit Benzol verdünnten Methylenjodid unter. An Blättchen des bereits getrübten Minerals wurde das spez. Gewicht nach der gleichen Methode mit 2·645 ermittelt.

Um das Mineral einer optischen Untersuchung zugänglich zu machen, wurden einige Halbkugeln in der Achatschale zerdrückt; die erhaltenen Blättchen wurden in Kanadabalsam eingebettet und mit einem Deckglas bedeckt. Bei der Untersuchung im parallelen polarisierten Licht zeigten die Blättchen die von Pelikan beschriebene Felderteilung, die besonders beim Einschalten des Gypses deutlich zur Geltung kam.

Die zentralen Partien der Blättchen erwiesen sich als isotrop, während die randlichen Teile derselben eine schwache Doppelbrechung erkennen ließen. Blättchen aus etwas zersetztem Material zeigten außerdem noch einen deutlichen Schichtenbau (wohl nach den Prismenflächen); derselbe kommt besonders durch die verschieden starke Umwandlung der einzelnen Schichten zur Geltung. Im konvergenten Lichte erhält man an den isotropen Stellen ein einachsiges, an den doppelbrechenden ein zweiachsiges Achsenbild mit kleinem Achsenwinkel. Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ. Auch die durch Zersetzung getrübten Blättchen[1]) zeigten (in α-Monobromnaphthalin aufgehellt) stets optisch-negativen Charakter. An den deutlich zweiachsigen Bildern zeigte sich die Achsendispersion: $\rho < v$.

Der Brechungsindex des ordentlichen Strahles ω wurde nach der Immersionsmethode und unter Anwendung des „großen Abbeschen Refraktometers mit Dispersionsapparat“[2]) mit 1·545 ermittelt. Als stark lichtbrechende Flüssigkeit wurde α-Monobromnaphthalin + Xylol verwendet. Da von Pelikan der Brechungsquotient des Großpriesner Minerales nur in einer Dezimale (1·5)

---

[1]) An diesen kann man bei Ausschaltung des oberen Nicols die von Schröder van der Kolk und Fedorow untersuchte Erscheinung des Pseudopleochroismus beobachten. Auch der Albin von Aussig zeigt nach meiner Erfahrung dieses Phänomen. Vgl. Rosenbusch, Physiographie, Bd. I, 1904, pag. 339.

[2]) Für die Gestattung der Verwendung dieses Instrumentes bin ich Herrn Hofrat Wiesner zu großem Dank verpflichtet.

Digitized by Google

bestimmt wurde, unterwarf ich auch dieses Vorkommen einer Bestimmung nach der gleichen Methode, die den Wert 1·550 ergab.

Der Versuch, die für den Zeophyllit charakteristischen Ätzfiguren, aus denen Pelikan auf die Zugehörigkeit des Minerals zu einer tetartoedrischen oder ogdoedrischen Klasse des trigonalen Systems schließt, zu erhalten, ergaben ein negatives Resultat, wohl wegen der ungeeigneten Beschaffenheit des Materials, die ein Ausspalten größerer Blättchen ausschließt.

Man kann nicht allein durch Ätzen mit schwacher Flußsäure, sondern auch durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure auf den Blättchen des Großpriesner Zeophyllits schöne Ätzfiguren erhalten: ich ließ auf Spaltblättchen des Minerals ganz kurze Zeit verdünnte Salzsäure einwirken, an den beim Trocknen trübe und weiß gewordenen Blättchen wurde, nachdem sie im Wasser wiederum aufgehellt worden waren, vollkommene Isotropie bemerkt; im gewöhnlichen Lichte betrachtet zeigten sie sich bedeckt mit trisymmetrischen Figuren, die in ihrer Gestalt an die bekannten Schlagsterne der Glimmer erinnern. Die dreiseitigen Umrisse der Figuren sind nur bei sehr genauem Zusehen wahrzunehmen; um so deutlicher treten die unter Winkeln von 120° sich schneidenden Linien hervor.

Vor dem Lötrohr zeigt das Mineral das Verhalten des Zeophyllit von Großpriesen.[1]) Im Kölbchen gibt es Wasser ab. In HCl ist es leicht unter Abscheidung von Kieselsäureflocken löslich, desgleichen in H_2SO_4, wobei auch eine Abscheidung von Gyps stattfindet.

Die qualitative Untersuchung ergab folgende Bestandteile: SiO_2, CaO, H_2O n. F. Das Vorhandensein des Fluors wurde durch die Ätzprobe nachgewiesen.

In seiner Abhandlung über den Zeophyllit von Großpriesen bemerkt Pelikan mit Recht, daß es der hohe Gehalt des Minerals an Fluor ausgeschlossen erscheinen läßt, dasselbe als ein „sekundäres Produkt der Auslaugung zersetzter Gesteine" anzusehen. In unserem Falle spricht außerdem der bereits erwähnte außerordentlich frische Zustand des Gesteins einerseits, andrerseits das Vorkommen toniger Verwitterungsprodukte des Zeophyllits in den oberflächlichen, der Einwirkung der Tagewässer ausgesetzten Partien des Leucittephrits gegen die Anwendung der üblichen Anschauungen

[1]) Beim Erhitzen nehmen die Blättchen einen noch ausgeprägteren Perlmutterglanz an als sie im unveränderten Zustand besitzen.

Digitized by Google

über Zeolithbildung auf unser Vorkommen. Auch eine Bildung während der thermalen Phase, wie sie an anderen Zeolithen, wie am Natrolith und Apophyllit, in der Natur beobachtet wurde, kann nicht wohl stattgefunden haben. Die Entstehung des Minerals ist in eine sehr frühe Periode der postvulkanischen Tätigkeit, in der die Wirkung der agents minéralisateurs — in unserem Falle Wasser- und Fluordämpfe — besonders zur Geltung kamen, zu verlegen, also etwa in die pneumatolytische Phase.

Eine Anzahl der Radzeiner Stufen zeigt den Zeophyllit aufgewachsen auf einer sehr harten, bereits früher kurz erwähnten Substanz, die in die Mandeln hereinragt und sie zum großen Teile ausfüllt. Dieselbe zeigt große Ähnlichkeit mit den Basaltjaspis genannten Kontaktprodukten basaltischer Eruptivgesteine mit Tonmergeln, deren Aussehen sie auch im Dünnschliffe besitzt. An einer Stufe des Zeophyllits von Großpriesen, die sich in der hiesigen Universitätssammlung des mineralogischen Institutes befindet (Nr. 3941), ist das Mineral in Begleitung von Apophyllit gleichfalls auf einem Einschluß von Basaltjaspis aufgewachsen. Bei der Untersuchung von Einschlüssen des oberturonen Tonmergels aus dem Phonolithe vom Marienberg bei Aussig, deren Resultate in einer größeren Arbeit über diesen Lakkolithen bekanntgegeben werden sollen, hat sich die Entstehung des Apophyllit aus dem Kalkgehalte derartiger Enklaven mit Sicherheit feststellen lassen. Auf Grund solcher Beobachtungen bin ich geneigt, den in den Eruptivgesteinen des Mittelgebirges in größerer Anzahl vorhandenen Fragmenten von Kalkmergel eine größere Rolle bei der Bildung kalkhaltiger Zeolithe zuzuschreiben. Das Auftreten von Resten der Einschlüsse in den Mandeln hat durchaus nichts Befremdendes an sich, da bei der zwischen dem Einschlusse und dem umhüllenden Magma obwaltenden großen chemischen und physikalischen Verschiedenheit, die an den Begrenzungsflächen eine Diskontinuität verursacht, leicht die Gelegenheit zu der Bildung eines Hohlraumes gegeben ist.

Digitized by Google

Ausstellung: Minerale mit seltenen Erden.

Die Ausstellung war diesmal vorzugsweise vom Hofmuseum beschickt worden, welches als Aussteller anzusehen ist, wenn kein anderer genannt wird. Von den zahlreichen Mineralen mit Edelerden waren vorgelegt:

1. Fluoride:

Tysonit $(Ce\,La\,Di)F_3$. Bruchstück eines großen hexagonalen Prismas, teilweise in Bastnäsit übergegangen. Crystall Park, Pikes Peak, Colorado.

Yttrocerit, derb violblau, Finbo, Schweden.

Fluocerit $(Ce\,La\,Di)_2OF_4$, hexagonale Prismen, trüb, blaß rostgelb. Oesterby, Schweden.

2. Carbonate und Fluo-Carbonate:

Lanthanit $La_2(CO_3)_3 + 9H_2O$. Krystallisiert, mit Cerit-Halden der Bastnäsgruben.

Parisit $Ca\,Ce_2\,F_2\,C_3\,O_9$ (statt Ce z. T. Di und La). Narsasuk, Grönland: Gruppen bis 3 *mm* langer spitzpyramidaler lichtbrauner Krystalle, mit lichtem Glimmer in einem grobkörnigen Gemenge von Aegirin und Feldspat. — Ravalli Co., Montana: Schöne quergestreifte Säulen mit pyramidaler Endigung in zersetztem Rhyolith.

Cordylit, ein Barium-Parisit, kleine braune Nadeln auf Aegirin, Narsasuk, Grönland.

Synchysit, ein dem Parisit ähnliches Mineral, kleine spindelförmige braune Krystalle auf verändertem Elpidit. Narsasuk, Grönland.

Bastnäsit $R_2\,F_2\,C_3\,O_9$ (R = Ce. La, Di). Braune trübe Krystalle $0001 . 10\bar{1}0 . 11\bar{2}0$. Crystall Park, Pikes Peak.

3. Phosphate.

Xenotim YPO_4. Sandon, Twedestrand, Norwegen: Gruppe großer pyramidaler Krystalle, Hitteroe ähnlich dem vorigen Vorkommen. Hiddenite-Mine, N.-Carolina: lose dunkelbraune Krystalle. 110 . 111 . 331 . 201.

Monazit $(Ce, La, Di)PO_4$. Andraž bei Pisek, Böhmen; kleine scharfe Krystalle mit Turmalin in Feldspat eingewachsen. — Arendal schöne große Krystalle (mineralog.-petr. Institut). Hitteroe, ein schöner großer Zwilling (Sammlung Perlepsch), Moss, verwachsen mit Columbit. — Miask, schöne trübe Krystalle eingewachsen in Feldspat. — Virgen, Hohe Säule, Stillalpe (Tirol), kleine, glänzend braune Tafeln auf Bergkrystall, begleitet von hellgefärbtem Anatas. — Tavetsch (Schweiz), die Varietät „Turnerit" mit Magnetit auf Klüften im glimmerreichen Gneiss. — Norwich, Connecticut. Rotbraune Krystalle in Glimmertafeln eingewachsen (Edwardsit).

4. Tantalate und Niobate.

Columbit $Fe\,Nb_2\,O_6$. Moss, Norwegen. Ein 15 *cm* großer Krystallstock und ein großer loser Krystall mit den Flächen a m z b c u e. Grönland ein schöner 1 *cm* großer, stark glänzender Krystall mit den Flächen a m g u k e. Portland, Connecticut, ein großes eisenschwarzes Krystallbruchstück. Middletown, Conn., schöne, 3 *cm* große glänzende Krystalle mit Anlauffarben. N.-Carolina; Ray Mica Mine, Jancey Co.: Ein Krystallbruchstück in einer Glimmertafel eingewachsen. Alexander Co., Liberty Church: 5 *cm* große schwarze Krystalle.

Digitized by Google

Fergusonit $R(Nb,Ta)O_4$, R = Y, Er, Ce. Raade bei Moss, Norwegen; spitz pyramidale tetragonale Krystalle, 5—6 *mm* dick, 2—3 *cm* lang, eingewachsen in Feldspat und Glimmer. — Brindletown, Burke Co. und Mitchell Co., N.-Carolina: Lose Krystalle.

Mikrolith $Ca_2 Ta_2 O_7$, Oktaëder auf Albit (Cleavelandit) von Amelia, Virginia; Mursinka, Ural: Oktaëder mit spiegelnden Flächen auf- und eingewachsen in Feldspatkrystalle (Pyrrhit).

Samarskit (Niobat von Fe, Y, Ce, Er), abgebrochener schwarzbrauner Krystall, a b c p sehr gut ausgebildet. Mitchell Co., N.-Carolina.

Anneroedit, dem Columbit ähnliche Krystalle, ein Pyroniobat von Uran und Yttrium, Anneroed bei Moss, Norwegen.

Koppit. Eingewachsene braune Oktaëder in Kalkstein, ein Cer-Lanthan-Didym-Niobat, auch Kalk und Alkalien enthaltend. Schaelingen, Kaiserstuhl.

Skogbölit Fe $Ta_2 O_6$, undeutliche Krystallgruppe von schwarzer Farbe. Finnland, Kimito.

5. Silikat.

Gadolinit $Be_2 Fe Y_2 Si_2 O_{10}$. Sätersdalen, Norwegen (Sammlung Weinberger).

6. Titanate in Verbindung mit Niobaten etc.

Polykras, Niobat und Titanat der Yttererden. Schwarzbraune rhombische sechsseitige Tafel, entsprechend Fig. 1 in Dana, eingewachsen in Feldspat. Hitteroe, Norwegen.

Euxenit, Niobat und Titanat von Y, Er, Ce, undeutliche Krystalle in Feldspat. Hitteroe.

Aeschynit $R_2 Nb_4 O_{13} . R_2 (Ti, Th) O_{11}$, R_2 = Ce, La, Di, schöne tafelige Krystalle, Hitteroe. Säulenförmige Krystalle Miask.

Polymignyt, Niobat, Titanat, Zirkonat der Cermetalle von Fe und Ca. Prachtvolle, 2 *cm* lange, glänzend braune Säulen, eingewachsen in den bekannten farbenwandelnden Feldspat von Frederiksvärn.

Pyrochlor, Metaniobat und Titanat von Ca, Ce, Na. Braune Oktaëder in Feldspat eingewachsen, Ilmengebirge bei Miask, Ural.

Chalkolamprit $\ddot{R} Nb_2 O_6 F . \ddot{R} Si O_3$. Oktaëder begleitet von dünnen Aegirinnadeln. Narsarsuk, Grönland.

Hatchettolit. Uranhaltiges Glied der Pyrochlorgruppe. Braune Oktaëder, oberflächlich weißlich mit 100 Flächen.

Thorianit. Schwarzbraune halbmetallisch glänzende Würfel, ein neues, thoriumreiches Mineral aus der Gruppe des Uranpecherzes, in losen Krystallen aus Ceylon in den Handel gebracht. (Mineralog. Institut der Universität, Geschenk des Herrn Direktor Haitinger.)

Digitized by Google

Außerordentliche Versammlung

am 23. Jänner 1905 im mineral.-petrogr. Universitäts-Institut.

Vorträge:

F. E. Clotten (Frankfurt a. Main): Die Zinn- und Wolfram-Vorkommen von Nord-Queensland.

Diese Zinnvorkommen, namentlich die im Herberton-Distrikte, sind diejenigen, welche von allen bekannten größeren Zinnlagern der Welt zuletzt entdeckt wurden und worüber anscheinend am wenigsten noch heute hier in Europa bekannt ist. Trotzdem verdienen dieselben aus vielen Gründen die Beachtung der europäischen Geologen und Mineralogen sowie europäischer Kapitalisten.

Einmal erstrecken sich diese Zinnlager über ein Ländergebiet fast von der Größe des Königreichs Bayern; dann sind dieselben von solch außerordentlichem Reichtum, daß in keinem Teile der Welt der Zinngehalt sich mit demjenigen der Zinnerzgänge in Nord-Queensland vergleichen läßt. In neuerer Zeit wird Queensland mehr und mehr durch Eisenbahnen erschlossen, wodurch die Produktions- und Transportkosten auf verhältnismäßig niedrige Zahlen heute zu stehen kommen.

Die eigentliche Zinnzone von Nord-Queensland beginnt direkt hinter Townsville und dehnt sich nördlich aus bis zu den Palmer und Croyden Goldfeldern am Golf von Carpentarien.

Die Haupttätigkeit des Zinnbergbaus hat sich aber soweit auf den Herbertondistrikt von Nord-Queensland beschränkt, welcher annähernd 12.000 engl. Quadrat-Meilen umfaßt.

Das erste Zinnerz wurde im Herbertondistrikt im Flusse Tinaroo im Februar 1889 als „Alluvial-Seifen-Zinn" entdeckt. Im April desselben Jahres wurde dann im Wild River, wo derselbe in das heutige Stadtgebiet von Herberton eintritt, ein großer Klumpen reichen Zinnerzes gefunden, welches nur von einem mächtigen und reichen Zinnerzgange in der nächsten Nachbarschaft stammen konnte. Dieser Gang selbst wurde dann auch kaum 150 *m* vom Fundorte des oben erwähnten Klumpen an der Seite des Berges, etwa 30 *m* über dem Flußbett, gefunden. Die Entdecker erhielten als Belohnung für diesen wertvollen Fund von der Regierung von Queensland das Terrain, worauf der Erzgang sich befand — 60 acres —, als perpetuierlichen Freibesitz geschenkt, und nannten die Mine nun „The

Digitized by Google

Great Northern Freehold Tin Mine". Vom Jahre 1880 bis 1886 produzierte diese Mine nun nicht weniger als 6800 tons 70% Zinnoxyd; davon in 1885 allein von 12400 tons Erz, 2646 tons Zinnoxyd. Und während dieser Zeit konnten die 4 glücklichen Besitzer monatlich £ 1000 resp. 20.000 M Ausbeute einheimsen.

Weiteres Suchen zeigte bald, daß diese Great Northern Tin Mine nur eine, nur die erste von vielen anderen fast ebenso reichen und großen Zinnlagern war, und der Herbertondistrikt wurde in Australien bald als ein beachtenswerter Zinnbergbaudistrikt bekannt. Es wurde dann auch das sogenannte Herberton Deep Lead gefunden, woraus sich ergab, daß tief unter der Erde, in Flußbetten, welche sich schon vor hunderttausend, ja vor vielleicht millionen Jahren gebildet hatten, auch große Seifen Zinnlager sich in der Umgebung Herbertons befanden. Neben Herberton erschienen dann bald auch die fabelhaft reichen und mächtigen Zinnlager von Watsonville und Irvinebank als Rivalen. Und in den letzten Jahren sind dazu noch die reichen und ausgedehnten Zinnerzgänge in Silver Valley bei Herberton gekommen, welche von der Lancelot Freehold Tin & Copper Mines, Ltd., Frankfurt a. M., erworben wurden und nun ausgebeutet werden.

Seit April 1902 bis zum 31. Dezember 1904 wurden von der Lancelot Mine allein 7345 tons Zinnstein auf 724 tons Zinnerz aufbereitet im Werte von £ 42.500 = M 850.000. Die Lancelot Zinnerze sind sämtlich komplexe, gemischte Erze und enthalten neben Zinn bedeutende Prozentsätze von metallischem Wismut und Kupfer. Der Wismutgehalt der Lancelot Zinnerze beträgt durchschnittlich 4%, der Kupfergehalt variiert von 3 bis 8%.

Die Lancelot Company beabsichtigt, ihre Operationen in nächster Zeit bedeutend auszudehnen und auch die Gewinnung von und Handel in Wolframerz, welches in der nächsten Umgebung der Lancelot Minen in großen Massen vorhanden ist, in den Bereich ihrer Tätigkeit zu ziehen.

Diejenige Zinnmine in Nord-Queensland, welche am längsten und regelmäßigsten eine bedeutende Zinnerzproduzentin gewesen ist und sich fortgesetzt als solche erweist, ist die Vulkan Tin Mine Irvinebank. Diese Mine produzierte vom Oktober 1890 bis Dezember 1904 65.000 tons Zinnstein, welche 6800 tons 70% Zinnerz im Werte von £ 250.000 = M 5,000.000 ergaben. Aus solchem Total-

Digitized by Google

erlös für das Erz wurden £ 85.000 in Dividenden bezahlt auf ein Aktienkapital von £ 28.000, d. h. also 30% p. a. Durchschnittsdividende. Dabei muß noch erwähnt werden, daß die Vulkan-Mine von 1894—1896 den Betrieb einstellen mußte, da der Zinnmetallpreis von £ 54 bis £ 60 selbst für die Vulkan-Mine damals schweren Verlust gebracht haben würde und die Besitzer vorzogen, den Betrieb einzustellen. Die Mine ist jetzt 900 Fuß tief, die tiefste Zinnmine in Australien, und reicher und produktiver als je. Der Erzgang auf der 900 Fuß Sohle variiert von 6 bis 18 Fuß englisch und der Zinnstein selbst weist durchschnittlich annähernd 9% Zinnoxyd auf: also ein ganz außerordentlich hoher Zinngehalt im Vergleich mit den andern großen Zinnminen der Welt. Im September-Oktober 1904 produzierte die Vulkan-Mine 1400 tons Zinnstein.

Regierungsrat A. v. Loehr legt Proben der kürzlich wieder eröffneten Kupferkiesgruben von Klingenthal bei Graslitz vor.

Digitized by Google

V. Notizen.

Über die Dispersion der optischen Achsen bei den rhombischen Pyroxenen.

Von Wladimir Luczizky.

Es wird jetzt allgemein angenommen, daß die Dispersion der optischen Achsen bei den eisenärmeren, optisch positiven Gliedern aus der Reihe der rhombischen Pyroxene (Enstatiten) $\rho < \upsilon$, bei den eisenreicheren, optisch negativen (Hypersthenen) $\rho > \upsilon$ um die erste Mittellinie sei.

Von dieser Regel aber waren schon lange einige Ausnahmen bekannt. Nämlich v. Lang[1]) hat schon im Jahre 1869 in einem Hypersthen aus dem Meteorit von Breitenbach die Dispersion $\rho < \upsilon$ um die negative erste Mittellinie beobachtet; dieser Hypersthen enthält nach Maskelyne 19·6% $FeSiO_3$.

Viel später hat K. Johansson[2]) einen Enstatit aus Almeklovdal in Norwegen untersucht, der hier als gangartige Bildung in Olivinschiefer vorkommt; dieser Enstatit ist sehr frisch, besteht fast ausnahmslos aus Magnesium- und Eisensilikat (5·20% FeO) und enthält nur 0·52% Tonerde und 0·19% H_2O. Er ist optisch positiv, seine Dispersion aber ist $\rho > \upsilon$ um die positive Mittellinie.

Eine Reihe von Ausnahmen habe ich auch beobachten können, indem ich die von Prof. Fr. Becke angegebene Methode benutzte; in den Schnitten, die nahe senkrecht zur optischen Achse getroffen sind, kann man im Mikrokonoskop eine mehr oder weniger stark gebogene Hyperbel sehen, deren konvexe Seite der ersten Mittellinie zugewendet ist; ist Dispersion der optischen Achsen vorhanden, so färbt sich in dem Fall $\rho > \upsilon$ die konvexe Seite der Hyperbel gelblich, die konkave bläulich, in dem Fall $\rho < \upsilon$ ist die Färbung umgekehrt.

Es wurden nach dieser Methode der Hypersthen aus dem von mir beschriebenen Hypersthen-Porphyrit-Pechstein von Kornberg in der Oberpfalz[3]), dann einige Hypersthene und Enstatite aus Meteoriten untersucht, da ich durch die Liebens-

---

[1]) v. Lang und Maskelyne, Sitzber. d. Wien. Akad., 130, 59, 1869, pag. 856.

[2]) K. Johansson, Bihang till. Vet. Akad. Handl., 17, II, N. 4, 1891. (Ref. Zeitschr. f. Kryst., Bd. XXIII, 1894, 152.)

[3]) W. Luczizky, Zentralbl. f. Miner., Geol. etc., 1904, pag. 581.

Digitized by Google

würdigkeit von Herrn Prof. F. Berwerth in der angenehmen Lage war, diese Mineralien in den Meteoriten des Wiener Hofmuseums studieren zu können.

1. Der Hypersthen aus dem Hypersthen-Porphyrit-Pechstein ist von grünlichgelber Farbe, sehr arm an Einschlüssen und zeigt einen kräftigen Pleochroismus:

$$\underset{\text{gelblichgrün}}{\gamma} > \underset{\text{gelb}}{\beta} > \underset{\text{schwach rötlichgelb.}}{\alpha}$$

Die Lage der Richtungen γ, β und α ist die für den normalen Hypersthen gewöhnliche.

In Schnitten senkrecht zur Achse ist eine ziemlich stark gekrümmte Hyperbel sichtbar, die an der konvexen Seite kräftig bläulich, an der konkaven kräftig gelblich gefärbt ist; der optische Charakter ist negativ. Die Dispersion ist also kräftig, $\rho < \upsilon$ um die erste negative Mittellinie.

In dem Schnitt, der den Austritt der Achse und der ersten Mittellinie zeigte, wurde nach der Methode von Becke mit der Camera lucida und dem drehbaren Zeichentisch der Achsenwinkel gemessen:

$$2V = 66°$$

was nach der Tabelle von Mrha[1]) einem Gehalt ungefähr von 40% $FeSiO_3$ entspricht.

2. Hypersthen aus dem Diogenit von Shalka (gefunden 30. November 1850). Dieser Hypersthen ist farblos, reich an Einschlüssen. Die Lage der Richtungen γ, β und α ist die normale. In den Schnitten senkrecht zur optischen Achse wurde eine deutliche Dispersion $\rho < \upsilon$ um die erste negative Mittellinie gefunden, Nach den Analysen von Maskelyne enthält dieser Hypersthen nahe 33·5 $FeSiO_3$ auf 66·5 $MgSiO_3$; von anderen Gemengteilen ist nur eine kleine Menge von CaO, nach verschiedenen Analysen 0·09—0·53% vorhanden.

3. Hypersthen aus dem Diogenit von Ibbenbühren (gefunden 17. Juni 1870) ist dem Hypersthen von Shalka ganz ähnlich. Seine Dispersion ist dieselbe: deutlich $\rho < \upsilon$ um die erste negative Mittellinie. Nach den Analysen von Rammelsberg enthält er 27 $FeSiO_3$ auf 73 $MgSiO_3$; außerdem sind noch 1·06—1·26% Al_2O_3, 1·04—1·39% CaO und 0·28—0·29% MnO beigemischt.

4. Enstatit aus dem Chladnit von Bishopville (gefunden 25. März 1843) ist auch farblos; seine Dispersion ist ziemlich kräftig, $\rho < \upsilon$ um die zweite negative Mittellinie. Nach den Analysen von Smith und Rammelsberg ist er ein fast reiner Enstatit mit kleinerer Beimischung von CaO (bis 0·67%), Fe_2O_3 (bis 0·40%) K_2O (bis 0·71%) und Na_2O (bis 1·14%).

Stellen wir alle bisher bekannten Beobachtungen über die Dispersion der optischen Achsen bei den rhombischen Pyroxenen in einer Tabelle zusammen, wobei wir, um den Vergleich zu erleichtern, stets die Dispersion um die Mittellinie α anführen:

---

[1]) J. Mrha, Tscherm. Miner. u. Petrogr. Mitteilungen, XIX, 140.

Digitized by Google

Fundort	Verhältnis von $\left.\begin{matrix}FeSiO_3\\MnSiO_3\end{matrix}\right\}$ x zu $MgSiO_3$ (100—x) in Prozenten	Dispersion um α	Optischer Charakter	Achsenwinkel um α	
1. „Enstatit" . . .	0	$\rho > \upsilon$	+	—	Des Cloiseaux[1])
2. Meteorit von Bishopville	0 : 100	$\rho < \upsilon$	+	—	Verfasser
3. Almeklovdal, Norwegen	7·4 : 92·6	$\rho < \upsilon$	+	103°	Johansson[2])
4. Sagvand, Norwegen	12·5 : 87·5	$\rho > \upsilon$	+	—	Rosenbusch[3])
5. „Hypersthen" .	—	$\rho > \upsilon$	—	—	Des Cloiseaux[1])
6. Lauterbach, Hessen	16·0 : 84·0	$\rho > \upsilon$	—	86° 42′	Des Cloiseaux[1])
7. Meteorit von Breitenbach . .	19·6 : 80·4	$\rho < \upsilon$	—	—	v. Lang[4])
8. Farsund, Norwegen	24·6 : 75·4	$\rho > \upsilon$	—	81° 46′	Des Cloiseaux[1])
9. Meteorit v. Ibbenbühren	27·0 : 73·0	$\rho < \upsilon$	—	—	Verfasser
10. Bodenmais, Bayern	31·3 : 68·2	$\rho > \upsilon$	—	76° 7′	Becke[5])
11. Aranyer Berg, Ungarn	32·4 : 67·6	$\rho > \upsilon$	—	71° 55′	Krenner[6])
12. Meteorit v. Shalka	33·5 : 66·5	$\rho < \upsilon$	—	—	Verfasser
13. Paul-Insel, Labrador	37·3 : 62·7	$\rho > \upsilon$	—	73°	Des Cloiseaux[1])
14. Kornberg, Oberpfalz	40·0 : 60·0	$\rho < \upsilon$	—	66°	Verfasser
15. Monte Amiata, Toscana	47·2 : 52·8	$\rho > \upsilon$ (und.)	—	—	Williams[7])
16. Capucin, Auvergne	53 : 47	$\rho > \upsilon$	—	51° 24′	Des Cloiseaux[1])

[1]) Des Cloiseaux, Manuel de Minéralogie, II, XV.

[2]) Johansson, loc. cit.

[3]) H. Rosenbusch, N. Jahrb. f. M. etc., 1884, I, 198.

[4]) V. v. Lang, loc. cit.

[5]) Fr. Becke, T. M. u. P. M., III, 60—70.

[6]) Krenner, Z. f. Kr., IX, 259; Anal. Koch, Vegytani Lapok, 1884, 2, 153. (Ref. Z. f. Kr., X, 100).

[7]) Williams, N. J. f. Min. etc., B. B. V, 425.

Digitized by Google

Aus der angegebenen Tabelle geht hervor, daß, während der Achsenwinkel von den eisenarmen Enstatiten bis zu den eisenreichen Hypersthenen sich allmählich ändert, sich der Charakter der Dispersion der optischen Achsen recht unregelmäßig verhält, was man am leichtesten durch die Beimischungen erklären kann, da die letzteren oft in nicht unbedeutender Menge vorhanden sind; so ist z. B. in dem Hypersthen von Lauterbach eine große Menge von Al_2O_3 (2·02—4·78%), Fe_2O_3 (bis zu 8·17%) und CaO (1·65—5·54%) nach den Analysen von Damour und Sommerland beigemischt; ebenso in den Hypersthenen von Labrador und Farsund; dasselbe gilt von den Hypersthenen von Bodenmais, der 5·04% Fe_2O_3 und 5·58% MnO enthält; reich an MnO (5·2%) ist auch der Hypersthen von Capucin. Diese Beimischungen müssen von großem Einfluß auf die Dispersion sein.

Enallogene Einschlüsse aus dem Nephelinbasalt von Jakuben in Böhmen.

Von F. Cornu.

Beschäftigt mit dem Studium der merkwürdigen Veränderungen, die Einschlüsse von oberturonem Tonmergel durch das phonolithische Magma des Marienberges bei Aussig erfahren haben, schien es mir erwünscht, auch derartige Vorkommen aus anderen Gesteinen des gleichen Eruptivgebietes kennen zu lernen, die auf ein bekanntes Ursprungsmaterial zurückgeführt werden können. Gelegentlich einer Exkursion in den Sommerferien 1904 traf ich in dem von zahlreichen Monchiquit- und Gauteitgängen durchsetzten, durch Steinbruchbetrieb trefflich aufgeschlossenen Nephelinbasaltkörper des Kahlen Berges von Jakuben a. E. ein sehr geeignetes Vergleichsobjekt in Gestalt großer Einschlüsse von oligozänem Sandstein und Tonmergel der Oberkreide, den beiden wichtigsten Sedimenten der Umgebung.

Der Sandstein ist verglast und in sogenannten Buchit umgewandelt worden, die Tonmergeleinschlüsse sind sehr reich an zeolithischem Material und erinnern dadurch auffallend an die zeolithreichen Mergeleinschlüsse des Marienberges bei Aussig, die von mir einer besonderen Untersuchung unterworfen worden sind. Das Vorkommen der Sedimenteinschlüsse im Nephelinbasalt neben solchen von Gneis und Glimmerschiefer hat bereits Hibsch[1]) erwähnt.

Einschlüsse von Buchit.[2])

Makroskopisch zeigen diese Einschlüsse bei flachmuscheligem Bruch und bedeutender Härte eine grauweiße Farbe. Sie werden von zahlreichen großen, unregelmäßig begrenzten, grünen oder violettbraunen Flecken auf das zierlichste durchflammt. Unter der Lupe erkennt man die kleinen glasglänzenden Quarzkörner des Sandsteins, die von einem weißen Zement verkittet werden.

U. d. M. zeigt sich, daß die unregelmäßig, meist rundlich begrenzten, allothigenen Quarzindividuen vielfach eine Zerberstung erlitten haben; sie werden von

---

[1]) Geol. Karte des böhm. Mittelgeb., Blatt II (Rongstock-Bodenbach). Diese Mitt., XIX. Bd., pag. 45.

[2]) Vgl. A. Lacroix, Les Enclaves des roches volcaniques, Macon 1893, pag. 17—48.

Digitized by Google

unregelmäßigen Rissen und Sprüngen nach allen Richtungen durchzogen. Um die einzelnen Quarzkörner herum erscheint stellenweise ein farbloses Glas, das sich in seiner Lichtbrechung nicht sehr stark vom Quarze unterscheidet und erst bei gekreuzten Nicols die oft deutlich ausgeprägten Korrosionsformen der Quarze hervortreten läßt. Die letzteren erscheinen dann gleichsam wie ausgefranst. In dem Glase sind stellenweise in reichlicher Anzahl Mikrolithen eines farblosen Pyroxens vorhanden, die mit Vorliebe die Quarzkörner umsäumen, eine sehr bekannte und oft beschriebene Erscheinung. Diese Pyroxene zeigen übrigens eine recht ungleiche Verteilung in dem Einschlusse; in den grünen Flächen erfahren sie eine Anreicherung.

An Stelle des farblosen Glases tritt stellenweise eine sehr feinfaserige Substanz, die in Umwandlung in ein undurchsichtiges Produkt begriffen ist.

In optischer Beziehung fällt die hohe Lichtbrechung (etwas kleiner als beim Pyroxen) und die im Auftreten lebhafter Interferenzfarben sich äußernde starke Doppelbrechung auf; γ' ist || der Längsrichtung der Fasern gelegen.

Auf Grund dieser Daten und des Vergleiches der Höhe der Doppelbrechung bei bekannter Schliffdicke durch Eingehen auf die Interferenzfarbentabelle von M.-Lévy und Lacroix könnte man an Sillimanit denken.

Hibsch spricht ein Mineral aus dem Kontakte des tertiären Sandes mit einem Gange von Feldspatbasalt von der Birnayer Straße als solchen[1]) an. Dieser Kontakt zeigt makroskopisch ein den Einschlüssen von Jakuben recht ähnliches Aussehen. Auch an die von Zirkel[2]) als „Urausscheidungen" betrachteten Sillimanitaggregate aus den rheinischen Basalten mag hier erinnert werden.

Bisweilen erscheinen in unseren Einschlüssen auch sehr eigentümliche sphärulithenähnliche Durchschnitte, die von der fraglichen Substanz gebildet werden. An einen Kern, der von meist wirr gelagerten feinen Fasern gebildet wird, setzt sich eine schmale Hülle, die aus radiärstrahlig gelagerten Individuen zusammmengesetzt erscheint.

Lokal stellt sich Cordierit in recht netten, von den Flächen (110), (001) und bisweilen auch (010) begrenzten, scharf umrissenen Durchschnitten ein, die sich infolge ihrer schwachen Lichtbrechung von der umgebenden stark lichtbrechenden Fasersubstanz gut abheben. Pleochroismus wurde nicht beobachtet. Der Prismenwinkel wurde mit 119° gemessen. Unter gekreuzten Nicols bemerkt man an einzelnen Schnitten des schwach doppelbrechenden Minerales die bekannte Felderteilung, die bei Einschaltung des Gypsblättchens noch deutlicher hervortritt.

Das Vorkommen des Cordierit wird von Hibsch aus dem bereits erwähnten und noch aus einem zweiten Basaltkontakt des Tertiärsandes auf Blatt Aussig angegeben.

---

[1]) J. E. Hibsch, Geolog. Karte des böhm. Mittelgeb., Blatt IV (Aussig). Diese Mitt., Bd. 23, pag. 346.

[2]) F. Zirkel, Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten. Abh. d. math.-phys. Kl. d. K. Sächs. Ges. der Wiss., XXVIII, III. Leipzig 1903.

Digitized by Google

Zeolithisierte Einschlüsse von Tonmergel.

Fragmente von Kreidemergel, die vom Nephelinbasalt umhüllt wurden, haben eine Umwandlung sehr merkwürdiger Art erfahren. Makroskopisch zeigen diese Einschlüsse eine dunkelgraugrüne Farbe und erweisen sich der Hauptsache nach aus einer faserigstrahligen Substanz zusammengesetzt. Mit HCl behandelt, brausen sie nur stellenweise und schwach auf.

U. d. M. zeigt sich ein Aggregat von feinfaseriger zeolithischer Substanz, das im parallelen polarisierten Licht die prächtigsten eisblumenähnlichen Gestalten hervortreten läßt. Die optische Untersuchung des Zeolithes lehrt, daß Natrolith vorliegt: schwache Licht- und Doppelbrechung, die Lage der Schwingungsrichtung $\gamma' \parallel$ der Faserrichtung charakterisieren das Mineral ausreichend.

Die Begrenzung der in dem Ursprungsmaterial vorhandenen Foraminiferengehäuse ist an vielen Stellen noch zu erkennen; ihre innere Struktur ist allerdings verwischt; sie heben sich aus der im übrigen trüben Masse des Natroliths durch die Reinheit ihrer Ausfüllungssubstanz deutlich ab. Im polarisierten Lichte erkennt man, daß die letztere gleichfalls aus Natrolith besteht und daß die einzelnen Stengel und Fasern des Minerals in der Umgebung der Gehäuse sich in diese selbst hinein fortsetzen.

Wenige Gehäuse sind von zarten Pyroxenkörnchen erfüllt oder von diesen umrahmt. Stellenweise erscheint der Pyroxen in kleinen Scharen von Mikrolithen, die von der Zeolithensubstanz umschlossen werden.

Auffallenderweise nur sehr spärlich zeigen sich allotriomorph begrenzte Individuen von Calcit.

Gegenüber dem Nephelinbasalt erweist sich der Einschluß von einem Kranze größerer farbloser Pyroxenmikrolithen umsäumt, die zur Begrenzungsfläche ungefähr senkrecht stehen.

Digitized by Google

VI. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Mügge O.: „Abreißungsfiguren" am Kalkspat. — Zentralbl. f. Min. usw., 1904, pag. 405—406.

Penfield S.-L.: On Crystal Drawing. — Am. Journ. of Science, Vol. XIX. Jänner 1905, pag. 39—75.

Sachs A.: Über Zinkoxydkrystalle von der Falvahütte in Oberschlesien. — Zentralbl. f. Min. usw., 1905. Nr. 2, pag. 54—57.

Souza-Brandão: Über eine Dispersionsformel der Doppelbrechung im Quarz und deren Verwendung beim Babinetschen Kompensator. — Zentralbl. f. Min. usw., 1905, Nr. 1, pag. 23—29.

Mineralogie.

Cohen E.: Über die Pseudomorphosen im mittleren Buntsandstein der Gegend von Heidelberg. — Zeitschr. f. Kryst. u. Min., Bd. XXXVII, pag. 610.

Cornu F. u. Himmelbauer A.: Mineralogische Notizen. (Valentinit von Prouhio, Insel Elba); Anthophyllit aus dem Biotit-Granitit von Fonte del Prete (Elba); Die Minerale der Graphitlagerstätte von Regens bei Iglau (Graphit, Wavellit, Variscit, Kaolin, Chloropal); Kupfererze aus dem Valle Sacca bei Kimpolung (Bukowina); Datolith von Pareu Cailor bei Požoritta (Bukowina). — Mitt. des naturw. Vereins an der Universität Wien. III, Nr. 2 u. 3, pag. 9—14. Wien 1905.

Ford W. E.: On the chemical composition of Axinite. — Am. Journ. of Science, Vol. XV. March 1903, pag. 195—201.

Derselbe: On the chemical composition of Dumortierite. — Am. Journ. of Science, Vol. XIV. Dezember, 1902, pag. 426—430.

Gasser G.: Die Mineralien Tirols (einschließlich Vorarlbergs). Lieferung 1. Rochlitz i. S.

Morozewicz I: Über Beckelith, ein Cero-Lanthano-Didymo-Silikat von Calcium. — Bulletin de l'Academie des Sciences de Cracovie, Classe des sciences Mathematiques et naturelles, Dezember 1904.

Sachs A.: Über ein Vorkommen von Jordanit in den oberschlesischen Erzlagerstätten. — Zentralbl. f. Min. usw., 1904, pag. 723—725.

Stěp J. u. Becke F.: Das Vorkommen des Uranpecherzes zu St. Joachimstal. — Sitzungsber. der kais. Ak. der Wiss. Math.-nat. Kl., CXIII. Abt. I. November 1904.

Thugutt St. J.: Über den Ursprung des Sodaliths der Syenite. — Zentralbl. f. Min. usw., 1905, Nr. 3, pag. 86—89.

Digitized by Google

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

Agamennone G.: La determinazione dei bradisismi nell'interno dei continenti. — Boll. della Soc. Sism. Ital. Vol. IX. Modena 1904.

Becker E.: Der Roßbergbasalt bei Darmstadt und seine Zersetzungsprodukte. (Inauguraldissertation.) Frankfurt 1904.

Brezina A. und Cohen E: Über Meteoreisen von De Sotoville. — Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl., Bd. CXIII, Abt. I. Februar 1904.

Cohen E.: Die Meteoreisenmassen von Nenntmannsdorf und Persimmon Creek; Unterscheidung von Cohenit und Schreibersit. — Mitt. des naturw. Ver. für Neuvorpommern und Rügen zu Greifswald. 35. Jahrg. 1903.

Derselbe: Das Meteoreisen von Millers Run bei Pittsburgh und Nickelsmaragd auf Rostrinde von Werchne Dnieprowsk. — Mitt. des naturw. Ver. für Neuvorpommern und Rügen zu Greifswald. 35. Jahrg. 1903.

Derselbe: Verzeichnis der Meteorite in der Greifswalder Sammlung am 1. Mai 1904. — Mitt. des naturw. Ver. für Neuvorpommern und Rügen zu Greifswald. 36. Jahrg. 1904.

Dölter C.: Die Silikatschmelzen. (II. Mitteilung.) — Sitzungsber. d. k. Akad. der Wiss. in Wien. M.-n. Kl., Bd. CXIII, Abt. I. Oktober 1904. Wien 1904.

Erdmannsdörfer O. H.: Die devonischen Eruptivgesteine und Tuffe bei Harzburg und ihre Umwandlung im Kontakthof des Brockenmassivs. — Separatabdruck aus dem Jahrb. d. k. Preuß. Geol. Landesanstalt u. Bergakademie für 1904, Bd. XXV, Heft 1, pag. 1—74. Berlin 1904.

Derselbe: Über die Umwandlung von Diabasfeldspäten in Kontakthöfen von Tiefengesteinen. —. Separatabdruck aus den Monatsber. Nr. 1 der Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. 56, Heft 4, Jahrg. 1904.

Fletcher L.: An introduction to the study of Meteorites. — 1904.

Derselbe: On various masses of meteoric iron reported to have be found in Great-Namaqualand and the adjacent regions. — Historical note relative to the meteoric fragment labelled „Cap of Good Hope" and „Great Fish River".

Gaiser E.: Basalte und Basalttuffe der schwäbischen Alb. (Inauguraldissertation.) — Separatabdruck aus den Jahresheften des Vereines für vaterl. Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 1905. Stuttgart 1904.

Graber H. V.: Geologisch-petrographische Mitteilungen aus dem Gebiete des Kartenblattes Böhm.-Leipa und Dauba, Zone 3, Kol. XI der österr. Spezialkarte. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1904, Bd. LIV, Heft 3 und 4, pag. 431—460.

Grosser P.: Vulkanologische Streifzüge im Maoriland. — Separatabdruck aus den Verh. des naturhist. Ver. der preuß. Rheinlande, Westfalens und des Reg.-Bez. Osnabrück. 61. Jahrg., 1904, pag. 37—58.

Grubenmann U.: Über einige Gesteine aus dem Stollen des Elektrizitätswerkes Schuls im Unterengadin. — Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. VIII, Nr. 2, pag. 201—210.

Hanamann J.: Über Bodenbeschaffenheit und das Nährstoffkapital böhmischer Ackererden. — Archiv d. naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. XI, Nr. 1. Prag 1902.

Digitized by Google

Heim A.: Über die geologische Voraussicht beim Simplon-Tunnel. Antwort auf die Angriffe des Herrn Nationalrat Ed. Sulzer-Ziegler. — Separatabdruck aus Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. VIII, Nr. 4. Nov. 1904, pag. 365—384.

Hershey O. H.: The river terraces of the Orleans Basin, California. — Separatabdruck aus den „University of California publications, Bulletin of the Department of Geology". Vol. 3, Nr. 22, pag. 423—475. Berkeley 1904.

Henriksen G.: On the iron ore deposits in Sydvaranger Finmarken. — Norway and relative Geological problems. Telegram sent from Vards October 1st 1902 to the newspapers in Christiania „Morgenbladet", „Aftenposten" and „Verdens Gang".

Hobbs W. H.: The tectonic Geography of eastern Asia. (Reviews and Translations.) — American Geologist. Vol. XXXIV, pag. 69—80, 141—151, 214—226, 283—291, 371—378.

Derselbe: Lineaments of the Atlantic Border Region. — Bulletin of the Geol. Soc. of Am. Vol. XV, pag. 483—506.

Derselbe: Tectonic Geography of south-western New England and south-eastern — New-York Bull. geol. Soc. Am., Vol. XV, 1903.

Johnsen A. und Mügge O.: Verbesserungen am Haradaschen Trennungsapparat. — Zentralbl. f. Min. usw., Jahrg. 1905, Nr. 5, pag. 152—153.

Kafka J.: Fossile und rezente Raubtiere Böhmens (Carnivora). — Archiv d. naturw. Landesdurchforschung Böhmens, Bd. X, Nr. 6. Prag 1903.

Katzer F.: Notizen zur Geologie von Böhmen. V. Nachträge zur Kenntnis des Granitkontakthofes von Říčan. — Separatabdr. aus den Verh. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1904, Nr. 10 u. 11, pag. 225—236.

Derselbe: Notizen zur Geologie von Böhmen. VI. Zur geologischen Kenntnis des Antimonitvorkommens von Křitz bei Rakonitz. — Separatabdr. aus den Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1904, Nr. 12, pag. 263—268.

Derselbe: Notizen zur Geologie von Böhmen. VII. Eine angebliche Perminsel Mittelböhmens. VIII. Zur Kenntnis der Permschichten der Rakonitzer Steinkohlenablagerung. — Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1904, Nr. 13.

Derselbe: Notizen zur Geologie von Böhmen. IX. Zur näheren Kenntnis des Budweiser Binnenlandtertiärs. — Nachtrag zu den Notizen III und IV (Nr. 7 u. 8 dieser Verhandlungen). — Verh. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1904, Nr. 14.

Derselbe: Notizen zur Geologie von Böhmen. X. Beiträge zur petrologischen Kenntnis des älteren Paläozoikums in Mittelböhmen. — Verb. der k. k. geol. Reichsanst. 1905, Nr. 2, pag. 37—61.

Kořistka K.: Das östliche Böhmen, enthaltend das Adler-, das Grulicher und das Eisengebirge sowie das ostböhmische Tiefland, orographisch und hydrographisch geschildert. — Archiv d. naturwiss. Landesdurchforschung Böhmens. (IX, Nr. 5.) Prag 1903.

Krahmann M.: Stimmen über eine bergwirtschaftliche Aufnahme des Deutschen Reiches. — Zeitschr. f. prakt. Geol. 1904, Mai.

Luczizky W. von: Petrographische Studien zwischen Erbendorf und Neustadt an der Waldnaab (Oberpfalz). — Separatabdr. aus dem Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1904, Nr. 19, pag. 577—596.

Digitized by Google

Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Volume XII. — I giacimenti di Antracite nelle alpi occidentali italiane. Roma 1903.

Mendenhall W. C.: Reconnaissance from fort Hamlin to Kotzebue sound, Alaska by way of Dall, Kanuti, Allen and Kowak Rivers. — Department of the interior U. S. Geol. Survey. Professional Paper No. 10. Washington 1903.

Series { A. Economic Geology, 20.
B. Descriptive Geology, 23.

Mendenhall W. C. and Schrader F. C.: The mineral resources of the Mount Wrangell District, Alaska. — Department of the interior U. S. Geol. Survey. Professional Paper No. 15. Washington 1903.

Series { A. Economic Geology, 25.
B. Descriptive Geology, 30.

Merriam J. C.: A new marine reptil from the Triassic of California. — Separatabdruck a. d. University of California publications, Bulletin of the Department of Geology, Vol. III, Nr. 21, pag. 419—421.

Montagne Pelée (Martinique). — The american museum journal. Vol. III, Nr. 4, Juli 1903.

Mourlon M.: Encore un mot sur les travaux du service géologique de Belgique. Bruxelles 1904.

Oberdorfer R.: Die vulkanischen Tuffe des Ries bei Nördlingen. (Inaugural-Dissertation.) — Separatabdruck aus den Jahresheften des Ver. für vaterl. Naturk. in Württemberg. Jahrg. 1905. Stuttgart 1904.

Paulke W.: Geologische Beobachtungen im Antirhätikon. Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg, XV, 1904.

Neue Bücher.

Chemical Analyses of igneous rocks published from 1884 to 1900 with a critical discussion of the character and use of analyses by Henry Stephens Washington. Washington 1903.

In einem stattlichen Band von 495 Seiten hat der Autor die seit dem Erscheinen des letzten Nachtrages von Roths Analysentabellen veröffentlichten Gesteinsanalysen, soweit sie Erstarrungsgesteine betreffen, zusammengestellt. Diese Tabellen bilden gleichzeitig die Ergänzung zu dem Buch der amerikanischen Petrographen Cross, Iddings, Pirsson und Washington: Quantitative Classification of Igneous Rocks, Chicago 1903, über welches in diesen Mitteilungen, Bd. XXII, pag. 206, berichtet worden ist.

Die Vollständigkeit (es sind nahe 3000 Analysen gesammelt worden) dieser Tabellen, der übersichtliche, leicht lesbare Druck, die Durcharbeitung — es sind von 1897 in Part I zusammengestellten Analysen die Molekularquotienten und die „Norm", d. i. die nach einem voraus bestimmten Schema berechnete mögliche Mineralzusammensetzung aus gewissen „Standard"-Mineralen angegeben —, die ausführlichen Register werden das Buch zu einem unentbehrlichen Behelf für jeden machen, der sich mit der chemischen Zusammensetzung der Gesteine beschäftigt.

Zu beachten ist, daß auch in dieser Zusammenstellung nicht die richtigen, sondern die (leider noch immer gebräuchlichen) abgerundeten Molekulargewichte

Digitized by Google

($SiO_4 = 60$, $MgO = 40$) zur Anwendung gekommen sind. Wenn es auch wahr ist, daß die Ersetzung der unrichtigen abgerundeten Atomgewichte durch die richtigen die Ergebnisse der Rechnung bei Gesteinsanalysen nicht sehr wesentlich ändert, so gibt dieser Gebrauch unrichtiger Zahlen statt richtiger, noch dazu bei einem so ausgedehnten Unternehmen, doch Anlaß zu Ausstellungen, die besser vermieden würden.

Nach gewissen Kriterien der Vollständigkeit und der anscheinenden Richtigkeit werden die gesammelten Analysen in zwei Abteilungen vorgeführt. Die besseren werden nach dem amerikanischen System gruppiert und benannt, aber die alten Namen, unter denen die Analysen veröffentlicht wurden, mit angegeben.

Die nach der Ansicht des Autors minderen (über ein Drittel) werden nach den gebräuchlichen Namen und nach Zirkels Lehrbuch geordnet im 2. Teil zusammengestellt.[1])

In der Einleitung beschäftigt sich Washington eingehend mit dem Vergleich des üblichen qualitativen Systems der Gesteine mit dem neuen amerikanischen, indem er aufweist, in welche der neu aufgestellten Abteilungen die bisher unterschiedenen Gesteinsgruppen fallen, und dann umgekehrt untersucht, welche von den alten Gesteinsgruppen von den neu aufgestellten Abteilungen umfaßt werden.

Dadurch wird die Diskussion darüber eröffnet, ob und inwiefern die von den Amerikanern vorgeschlagene Klassifikation einen Fortschritt bedeute, eine Diskussion, der sich die kontinentalen Petrographen nicht werden entziehen können. Im Rahmen dieser Anzeige kann Referent darauf nicht weiter eingehen. Nur auf einige Punkte soll hier hingewiesen werden.

Auf einen machte den Referenten Prof. Hibsch aufmerksam. Von den zwei vorhandenen, vom selben Analytiker herrührenden Analysen des Essexits von Rongstock, eines Gesteins, das dem in der Natur beobachtenden Forscher durchaus nicht den Eindruck eines stark oder auch nur merklich differenzierten Gesteinskörpers macht, führt die eine zur Ordnung Germanare, Rang Andase, Subrang Shoshonose, die andere zu: Norgare, Essexase, Essexose. Dieses scheint darauf hin zu deuten, daß das System bisweilen Scheidewände zieht, wo in der Natur keine vorhanden sind.

Auch der entgegengesetzte Fall kommt vor. Im Subrang Liparose hat man vereinigt: Paisanit, Comendit, Quarz-Lindőit, Bostonit und einen Grorudit, neben gewöhnlichen Rhyolithen, Obsidianen, abgesehen von den körnigen Gesteinen (Graniten, Apliten etc.). Hier scheint doch wieder das Fachwerk des amerikanischen Systems nicht fein genug zu sein, um alle wahrnehmbaren Unterschiede wiederzugeben.

Wenn gesagt wird, daß die Benennung und Abtrennung solcher Spezialtypen oft auf Grund des quantitativ sehr zurücktretenden Gehaltes an irgend einem ungewöhnlichen Mineral erfolge, so ist zu betonen, daß wohl gerade in solchen Fällen in dem ungewöhnlichen Gemengteil sich eine Verwandtschaft mit anderen Typen verrät, die sich anders nicht kundgibt. So ist es wohl z. B. mit dem Gehalt von Alkalihornblende und Alkalipyroxen im Comendit und Paisanit. Quantitativ unbe-

[1]) Auf einen Irrtum, den Referent zufällig gefunden hat, sei hier aufmerksam gemacht: Zwei Analysen von Pyroxen-Andesiten (Pilis, Zempliner Komitat, analysiert von Petrik, J. v. Szadeczky. Földtani Közlőny, XXI, pag. 268 und 272, 1891) sind irrtümlich unter die Rubrik Gabbro geraten, pag. 432, Nr. 26 und 27.

Digitized by Google

deutend, weist doch gerade dieser Gemengteil auf den Zusammenhang mit foyaitisch-theralithischen Gesteinen hin, der die Abtrennung dieser Gruppen rechtfertigt.

Weiterhin beschäftigt sich der Autor noch mit der typischen Zusammensetzung der im neuen System geschaffenen Abteilungen, ferner auf die daraus abzuleitende mittlere Zusammensetzung der Erstarrungsgesteine. Das Resultat weicht von dem Clarkeschen Mittel nicht sehr erheblich ab.

La Montagne Pelée et ses Eruptions par A. Lacroix, Membre de l'Institut. Ouvrage publié par l'Académie des Sciences sous les auspices des Ministères de l'Instruction publique et des Colonies. Paris, Manon et Cie., Éditeurs. 1904.

Das mit Spannung erwartete Werk über die Eruption des Mont Pelée, welches nun in einem stattlichen Quartbande, 662 Seiten stark und ausgestattet mit 30 Lichtdrucktafeln, in tadelloser Ausführung vorliegt, wird nicht verfehlen, in der wissenschaftlichen Welt die höchste Beachtung zu finden. Zweck dieser Anzeige kann es nicht sein, den Inhalt dieser Publikation auch nur andeutungsweise auszuschöpfen. Es soll hier nur auf das Erscheinen dieses Berichtes hingewiesen werden, welcher die Ergebnisse zusammenfaßt, die auf gründlichster Einzelforschung und lange Zeit hindurch fortgesetzter täglicher Beobachtung der Ausbruchserscheinungen beruhen.

Das Buch beginnt mit einer ausführlichen Bibliographie, wendet sich dann im ersten Teile geophysikalischen und geologischen Fragen zu. Nach einer kurzen Besprechung der vulkanischen Erscheinungen der Antillen im allgemeinen gelangen im 2. Kapitel die allgemeinen Charaktere des Ausbruchs des Mont Pelée zur Besprechung. Kapitel 3 ist dem „Dom" gewidmet, jener im halberstarrten Zustande im Krater des Étang sec emporgewachsenen Eruptivmasse von Hypersthen-Andesit-Lava, deren allmähliches Wachsen teils durch Injektion, teils durch Extrusion durch eine Reihe prachtvoller Tafeln veranschaulicht wird. Es ist dies eine wissenschaftliche Erfahrung von größter Bedeutung, welche bereits in der Erklärung mancher ihrer Entstehung nach fraglichen Felsformen von Vulkanbergen ihre Früchte getragen hat.

Kapitel 4 und 5 beschäftigen sich mit den losen Ausbruchsmassen, vor allem mit den Glutwolken (Nuées ardentes), welche in ihrer Entstehung, Entwicklung und ihren Wirkungen in eingehendster Weise geschildert und durch prachtvolle, meisterhaft ausgeführte Lichtbilder in packendster Weise dargestellt werden.

Nach einer eingehenden Erörterung der Eruption des 8. Mai 1902 und der Zerstörung von St. Pierre (Kapitel 6) und der späteren Paroxysmen (Kapitel 7) wendet sich der Verfasser nochmals der Theorie der Glutwolken zu. Das Wesen derselben erblickt er in der explosionsartigen Entladung eines aus frischer Lava und hochgespannten Gasen bestehenden Gemenges, das an der schwächsten Stelle des Domes zum Ausbruch kommt. Das Gemenge unterliegt nach der Entbindung der doppelten Wirkung der Expansion der hochgespannten Gase und der Schwerkraft. Nur so erklärt sich das Herabrollen der Glutwolke in der durch die Bodenbeschaffenheit vorgeschriebenen Abflußlinie, das Umziehen von Terrainhindernissen, die Ausstreuung der Blöcke, Bomben, der Asche in der Abrollbahn. Der Verfasser hält aber auch die ursprüngliche Explosion im Kraterschlot für unerläßlich für das Zustandekommen der Erscheinung. Interessant ist der Nachweis, daß nach den kritisch beleuchteten

Digitized by Google

Berichten von Augenzeugen auch die großen Azoren-Eruptionen von San Jorge (1808 und 1850) von derartigen Glutwolken begleitet waren. Diesen Berichten ist auch der als Terminus technicus gewählte Ausdruck Nuée ardente entnommen.

Kapitel 9 beschäftigt sich mit den Auswurfsprodukten, ihrer Ablagerung und den mit ihnen verknüpften Erscheinungen, Kapitel 10 mit den elektrischen, magnetischen, atmosphärischen Nebenerscheinungen.

Der zweite umfangreiche Teil behandelt die Petrographie, zunächst (Kapitel 1) die Gesteine der gegenwärtigen Eruption (Hypersthen-Andesite) und die mannigfaltigen, in ihnen auftretenden Einschlüsse. Einige allgemeine Ergebnisse sind hier von großem Interesse. Alle Produkte der gegenwärtigen Eruption enthalten dieselben Einsprenglinge (anorthitreiche, stark zonar gebaute Plagioklase, Hypersthen, monokline Augit, untergeordnet Hornblende, selten Olivin). Unterschiede sind nur in der Ausbildung der Grundmasse vorhanden. Dies erscheint wichtig als Beweis, daß die Einsprenglinge dieser Andesite in der Tat intratellurischer Entstehung sind. Sehr lehrreich ist ferner die Tatsache, daß in einer bestimmten Phase der Entwicklung des Domes in der Grundmasse Quarz zur Kristallisation kommt. Dies wird dem Einfluß der das Gestein bei genügend hoher Temperatur unter Druck durchziehenden gespannten Gase (Wasserdampf) zugeschrieben.

Sehr bezeichnend erscheint aber dem Referenten die Tatsache eines bedeutenden Si-Überschusses in dem glasig erstarrten Magmarest des Andesites.

In Kapitel 2 werden die älteren Gesteine von Martinique (Série dacito-andesitique: Dacites, Andesites et Andesilabradorites; Série basaltique: Labradorites augitiques, Basaltes, Basaltes à quartz) durchgenommen; in Kapitel 3 die vulkanischen Gesteine der anderen Kleinen Antillen behandelt. Zahlreiche neue Analysen werden beigebracht und die vorhandenen zusammengestellt. Dies liefert die Grundlage für den Schlußabschnitt des 3. Kapitels „La province petrographique des Petites Antilles". Mit Ausnahme der noch zu wenig bekannten etwas abweichenden Gesteine von Grenada zeigen sie alle unverkennbare Gauverwandtschaft. Lacroix zeigt dies durch die Berechnung der Analysen nach den Vorschlägen von Michel Levy und der normativen Zusammensetzung nach den Methoden der Amerikaner. Wie sich Referent überzeugte, ist die Darstellung im Osannschen Dreieck unter Zuhilfenahme der Si-Ordinate nicht weniger geeignet, diese Gauverwandtschaft zum Ausdruck zu bringen.

Die Gesteine der Antillen entsprechen Zug für Zug jenen Eigentümlichkeiten, welche Referent als charakteristisch für die „pazifische Sippe" hervorgehoben hat. Vor allem haben sie den relativen Reichtum an Si und Al. Der letztere führt fast durchgehends zu einem Überschuß von Al über die von den Alkalien und dem Kalk zur Feldspatbildung benötigte Menge.

Ein dritter Teil behandelt die Produkte des Brandes von St. Pierre. Die Stadt war aus vulkanischem Gestein gebaut; der Brand führte zu Umschmelzungen, die lange Dauer desselben zu sehr verlangsamter Abkühlung, die Berührung mit verschiedenartigen fremden Materialien zu interessanten Erscheinungen von Endomorphismus, deren Studium lehrreiche Ergebnisse lieferte.

Digitized by Google

Recherches géologiques et petrographiques sur l'Oural du Nord dans la Rastesskaya et Kiselowskaya Datcha (Gouvernement de Perm) par Louis Duparc, Professeur à l'Université de Genève, et Francis Pearce, Docteur ès sciences, Assistant au Laboratoire de minéralogie de l'Université. Première partie, Genève 1902; Deuxième partie Genève 1905.

In diesen mit zahlreichen Textbildern und Tafeln ausgestatteten Bänden berichten die Verfasser über ihre geologischen und petrographischen Untersuchungen in den unwirtlichen Regionen des nördlichen Urals im Flußgebiet der Koswa und des Tilaï unter $59^1/_2$ bis 60^0 n. B.

Ohne auf die topographisch-geologischen Schilderungen einzugehen, die im zweiten Bande einen großen Raum einnehmen und die die weit ausstreichenden Zonen von Quarziten und Konglomeraten im Westen, eine Synclinalzone von Mitteldevon und eine östlich sich anschließende Zone von krystallinen Schiefern (metamorphe Sedimente) betreffen, sei hier auf die eingehende Bearbeitung eines basischen Intrusivgesteins hingewiesen, das im Koswinsky-Kamen und Tilaï-Kamen kulminiert.

Als weit verbreitete, auf viele Quadratkilometer herrschende Gesteine treten hier eigentümliche Pyroxenite auf, welche neben vorwaltendem monoklinem, diopsidähnlichem Pyroxen in kleinerer Menge Olivin und Magnetit führen. Magnetit spielt in der Gesteinsstruktur dieselbe Rolle wie Quarz in den Graniten. Diese Gesteine erhalten den Namen Koswit. Chemisch unterscheidet sich der Koswit von echten Pyroxeniten durch ein starkes Hervortreten von Eisenoxyden. Weit verbreitet sind sodann Gesteine, die zwischen olivinführendem Pyroxenit und Olivingabbro stehen. Sehr anorthitreicher Plagioklas findet sich als letztes Erstarrungsprodukt zwischen großen Pyroxenen und kleinkörnigem Olivin. Dieser Typus erhält den Namen Tilaït.

An die Tilaïte schließen sich durch Übergänge verbunden echte Olivingabbro, weiter Uralitgabbro und Norit an. Die feldspatreichen Norite stellen das Si-reichste Endglied der ganzen lückenlosen Reihe gauverwandter Gesteine dar. Von dieser Hauptreihe weichen die eigentlichen Pyroxenite und Dunite merklich ab. Zurücktreten von Al, Fe und Alkalien, Vorwalten von Ca und Mg oder Mg allein charakterisiert diese beiden Typen. Dunit erscheint in geschlossenen Stöcken innerhalb der Pyroxenite und wird als jüngere Intrusion aufgefaßt.

Eine eigentümliche Stellung nehmen die Uralitgabbros ein. Sie sind Si-, Al- und alkalireicher als die Tilaïte und Olivingabbros und Si-ärmer als der Norit. Dunkelgrüne kompakte Hornblende verdrängt den Pyroxen bald nur von der Peripherie aus, bald längs Spaltenrissen oder in unregelmäßigen Taschen in den Pyroxen eindringend. Die Hornblende weicht in der Zusammensetzung wesentlich von dem Pyroxen ab; sie ist Al-reich, reicher an Fe_2O_3, alkalihaltig. Die Uralitisierung ist hier sicher kein sekundärer hydrochemischer Prozeß, sondern Folge einer in der Tiefe vor sich gehenden magmatischen Epigenesis. Die charakteristische Abweichung in der Zusammensetzung des Uralitgabbros wird von den Verfassern mit dem Vorgang der Uralitisierung in Zusammenhang gebracht, der hervorgerufen werde durch einen „nouvel apport ayant modifié la composition du bain residuel dans un sens determiné".

Diese allerdings mehrfach wiederkehrende Vorstellung — man denke an die deuxième poussée du quartz im Protogin — erscheint etwas gezwungen. Einfacher

Digitized by Google

schiene mir folgende Auffassung: Der analytisch nachgewiesene Unterschied war von vornherein vorhanden. Im Lauf der Gesteinskrystallisation häuften sich die salischen Bestandteile im Magmarest und führten einen Zustand gestörten Gleichgewichts herbei, der zur Krystallisation von Hornblende auf Kosten des bereits früher ausgeschiedenen Pyroxens führte. (Vgl. F. Becke, diese Mitt., Bd. 16, pag. 327.) Eine solche epimagmatische Bildung jüngeren Amphibols z. T. auf Kosten älteren Pyroxens ist übrigens außerordentlich verbreitet. Ein sehr schönes Beispiel hat jüngst Franz Bauer aus dem Theralith von Duppau beschrieben, wo sogar im späteren Stadium braune eisenreiche Hornblende gleichzeitig mit hellem, eisenarmem Augit nebeneinander fortwuchsen. (Diese Mitt. 22, pag. 266, 1903.)

Alle diese Massengesteine sind von mannigfaltigen Ganggesteinen begleitet. Neben solchen, die wesentlich mit den Hauptgesteinen übereinstimmen (Mikrogabbro, Beerbachit, „Garewait" beiläufig dem Koswit entsprechend: Einsprenglinge von Pyroxen in einer Grundmasse aus viel Olivin und wenig Plagioklas, Wehrlit) treten ultrabasische Dunite auf, die bisweilen sehr reich an Magnetit werden, ferner andrerseits Mg- und Fe-arme leukokrate Gesteine (Anorthit-Diorite, Plagiaplite, Albitite, Hornblende-Pegmatite), in denen sich Si, Al und Na anreichern und die oft in dünnen Schnüren selbst im Dunit aufsetzen.

Bemerkenswert ist das Fehlen des K selbst in den salischsten Differentiationsprodukten.

In einem Bezirk am Westrand des Gebietes treten als Diabase bezeichnete Ergußformen auf.

Die Arbeit enthält eine große Zahl von Gesteinsanalysen und genauen optischen Messungen. Die Analysen werden nach der Methode von Loewinson-Lessing berechnet und dessen magmatische Formeln angegeben. Als Beispiel einer eingehenden und sorgfältigen Untersuchung eines basischen Intrusivgebiets gibt das Werk eine lehrreiche Parallele zu der Untersuchung des benachbarten Gabbrogebiets von Daneskinkamen durch Loewinson-Lessing.

Le Minerai de fer de Troïtsk. L. Duparc, Professeur à l'Université de Genève, et L. Mrazec, Professeur à l'Université de Bucarest. Avec six planches et une carte géologique. St. Pétersburg 1904.

In Verbindung mit unterdevonischen Schiefern und Grauwacken tritt bei dem Orte Troitsk am westlichen Abhang des mittleren Urals ein kleines Massiv von Granitporphyr auf, das von Eisenerzlagerstätten begleitet wird.

Das Eruptivgestein ist ein Granitporphyr mit den gewöhnlichen Accessorien, wenig Biotit, wenig und schlecht erhaltenem, dem Albit genähertem Plagioklas und einem weitaus vorherrschenden Kali-Natronfeldspat, der nach der Beschreibung aus einer perthitischen Verwachsung von Albit und einem zweiten Feldspat besteht, der große Auslöschungsschiefe auf M ($+ 9^0$) zeigt und bei dem γ erste Mittellinie ist. Bemerkenswert sind Einschlüsse von Calcit.

Neben diesem anormalen Orthoklas findet sich noch ein zweiter Kalifeldspat, der mit Fouqués Mikroklin-Anorthose bis auf die größere Auslöschungsschiefe auf Schnitten $\perp \alpha$ übereinstimmt. Quarz findet sich untergeordnet, Chlorit, Calcit, Hämatit als sekundäre Bildungen.

Digitized by Google

Die Struktur schwankt zwischen der eines feinkörnigen Granites und einer holokrystallinporphyrischen.

Die chemische Zusammensetzung (es sind fünf Bausch-Analysen mitgeteilt) läßt keinen merklichen Unterschied zwischen den granitischen und porphyrischen Varietäten erkennen und verweist das Gestein in die Nähe des Typus Rimdidim von Osann. Dabei ist aber eine nicht unbeträchtliche Menge von Ca als $CaCO_3$ vorhanden, die in die Formel eingerechnet wurde, obgleich die Herkunft dieses Ca Zweifeln unterworfen ist (Osannsche Typenformel a c f = 11·1, 2·8, 6·1; s = 74·6).

Aplitgänge zeigen ein starkes Zurücktreten des Na gegen K und eine Erhöhung der Kieselsäurezahl (Osannsche Typenformel a c f = 18·0, 3·3, 8·7; s = 85·7 vom Ref. berechnet).

Der Granitporphyr wird stellenweise von Diabas durchbrochen. Längs des Ostrandes und an einer Stelle des Westrandes, vor allem aber in Form einer mächtigen, von Granitporphyr umschlossenen Scholle treten Hornfelse auf, die einen mannigfach abgestuften Mineralbestand und sehr verschiedene vollkommene Krystallisation zeigen. Sie sind häufig reich an Calcit, reich an Magnesia und lassen sich nicht von den umgebenden devonischen Tonschiefern ableiten.

Mit diesen Hornfelsen ist nun das lagenförmig auftretende Magneteisenerz innig verbunden, teils durch Wechsellagerung, teils auch durch Übergänge.

Die Zusammensetzung der Hornfelse und der Erzgemenge wird im Detail sorgfältig beschrieben und in einem interessanten Kapitel die möglichen Entstehungsweisen des Eisenerzes diskutiert. Die Annahme, das Eisenerz sei älter als die Intrusion des Granitporphyrs und die Hypothese einer magmatischen Herkunft durch Differentiation aus dem Magma wird von den Autoren abgelehnt und es scheint ihnen die Ableitung der Eisenerze durch eine Kontaktwirkung des Granitporphyrs als die wahrscheinlichste Lösung des Problems. Sie führen dafür ins Feld: die unregelmäßige Verteilung, die Eisenerzanhäufungen, der Reichtum an Eisenerz in den Einschlüssen, seine Verteilung innerhalb der Hornfelse in einiger Entfernung vom unmittelbaren Kontakt, endlich die Begleitung kleiner, die Hornfelse durchschwärmender Intrusivgänge mit kleinen Erzvorkommnissen.

Das Buch ist mit Karten, Profilen und Tafeln, die Gesteinsstrukturen darstellend, reich ausgestattet.

Karl Ernst Adolf von Hoff, der Bahnbrecher moderner Geologie. Eine wissenschaftliche Biographie von Dr. Otto Reich. Oktav, VI und 144 Seiten. Verlag von Veit & Komp., Leipzig, 1905.

Eine warmherzige Schilderung des Lebenslaufes und der wissenschaftlichen Leistungen des hervorragenden Gothaer Gelehrten. Im ersten Abschnitt wird der äußere Lebensgang v. Hoffs dargestellt, der zweite Abschnitt würdigt seine Verdienste um die geologische Erforschung Thüringens, um die dynamische Geologie und physikalische Geographie, endlich um die Begründung der modernen Geologie, indem er als einer der ersten im Gegensatz zu der damals herrschenden Katastrophentheorie den Gedanken der Summierung kleiner Wirkungen durch sehr große Zeiträume und die Vorstellung einer stetigen allmählichen Entwicklung durch die in der Gegenwart wirkenden Kräfte erfaßte und darin der bedeutendste Vorläufer von Lyell wurde.

Digitized by Google

Das Buch wirkt wohltuend durch die Wärme, mit der der Verfasser die hervorragenden Charaktereigenschaften und Verdienste seines Helden ins Licht setzt.

Ein Verzeichnis der benutzten handschriftlichen Quellen und der literarischen Arbeiten v. Hoffs beschließt den gut ausgestatteten Band.

Mineralogie. Von Dr. R. Brauns, Professor an der Universität Kiel. Mit 132 Abbildungen. 3. verbesserte Auflage. Sedez, 134 Seiten. Sammlung Göschen Nr. 29. Leipzig, G. J. Göschensche Verlagshandlung, 1905.

Unter den kleinen Büchlein, welche von verschiedenen Verlagshandlungen in Handel gebracht werden und einen möglichst knappen Abriß eines Wissensgebietes um billigen Preis liefern, ist das vorliegende sowohl nach der zweckmäßigen Auswahl des Stoffes als nach der klaren verständlichen Darstellung eines der besten.

Beiträge zur Mineralogie von Japan. Herausgegeben von T. Wada. Nr. 1. Jänner 1905, Tokyo.

Eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Kenntnis von den Mineralschätzen Japans hat das kürzlich angezeigte Werk: „The Minerals of Japan" gegeben. Der Wunsch, auch die Resultate weiterer Forschungen auf diesem Gebiete den Fachkreisen bekannt zu machen, hat den Verfasser veranlaßt, unter dem oben genannten Titel eine Zeitschrift herauszugeben, welche, in zwanglosen Heften erscheinend, Originalaufsätze und kleinere Mitteilungen in deutscher oder englischer Sprache enthalten wird.

Das vorliegende erste Heft enthält folgende Artikel:

Danburite of Obica, Bungo Province, by Prof. Kotora Jimbo. — The Siliceous Oolite of Tateyama, Etchu Province. Von demselben. — Kleinere Mitteilungen über den Fluorit von Obcia, Prov. Bungo; große Tridymitkrystalle von Ishigamiyama, Prov. Higo; Pseudomorphose von Kupferglanz nach Bleiglanz von Oraruzawa, Prov. Rikuchu (Harrisit); Die Schmuck- und Edelsteine bei den Chinesen von T. Wada.

Bergbaue Steiermarks. Herausgegeben von Dr. Karl A. Redlich, a. o. Prof. an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben. — Verlag Ludwig Nüssler in Leoben, 1905.

Von diesem kürzlich angezeigten Sammelwerk erschien Heft VI, enthaltend:

8. Prof. K. A. Redlich: Der Kupferbergbau Radmer an der Hasel, die Fortsetzung des steierischen Erzberges. 38 Seiten, 1 Tafel. Der Verfasser tritt hier energisch für den epigenetischen Charakter der nordalpinen Siderit-Lagerstätten ein, indem er nachweist, daß die bezeichnende Mineralgesellschaft von Eisenspat, Ankerit, Kupferkies, Fahlerz nicht selten deutlich gangförmig in den begleitenden Schiefern aufsetzt und dort, wo die Erze an Kalk geknüpft auftreten, unverkennbare Verdrängungserscheinungen zu beobachten sind. F. Becke.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.

Digitized by Google

VII. Quarzzwilling nach r=10.

Von **V. Goldschmidt** in Heidelberg.

Vorgetragen in der Monatsversammlung der Wiener Mineralog. Gesellschaft am 6. März 1905.

(Mit Tafel I und II.)

Von Herrn Mineralienhändler D. Blatz in Heidelberg erhielt ich einen interessanten Quarzzwilling vom Grieserntal[1]) in der Schweiz. Derselbe ist in Taf. I, Fig. 1 abgebildet. Zwei Krystalle von sehr ungleicher Größe und Ausbildung sind regelmäßig verwachsen. Auf einem großen, formenarmen Krystall II von der gewöhnlichen Ausbildung $r\rho b = \pm 10.\infty 0$ sitzt ein kleiner Krystall I von ganz eigentümlicher Ausbildung.

Der große Krystall II ist 9 *cm* lang, 5 *cm* dick. Von ihm ist in der Figur nur der obere Teil wiedergegeben. Der kleine Krystall I ist 10 *mm* breit, 6 *mm* hoch, 2 *mm* dick. Also stark abgeplattet. Er ist flächenreich und so verzerrt, daß ohne eingehendes Studium die Formen nicht verständlich sind. In der Figur sind die Buchstaben der Flächenarten eingetragen; trotzdem fällt es schwer, sich in den Formen zurecht zu finden, so sonderbar ist die Verzerrung. Wir finden an ihm die gewöhnlichen Formen:

rρ	b	s	u	x
±10	∞0	1	13	15
$10\bar{1}1$	$10\bar{1}0$	$11\bar{2}1$	$13\bar{4}1$	$15\bar{6}1$

[1]) Das Grieserntal ist ein Seitental des Maderaner Tals bei Amsteg an der Gotthardstraße, Kanton Uri.

Digitized by Google

Von allen diesen ist nur eine r-Fläche groß und eine b-Fläche mäßig groß ausgebildet. Alle anderen sind klein. Das Vorzeichen $\pm$ ist nicht gesichert. Ich konnte mich nicht entschließen, die Krystallgruppe, die doch bis jetzt ein Unikum ist, einer Behandlung mit Flußsäure zur Unterscheidung von r und ρ von ± 10 auszusetzen.

Beim Anblick fiel zunächst die Abplattung auf, die auf eine Beeinflussung des kleinen Krystalls durch den großen schließen ließ. Bei näherer Betrachtung zeigte es sich, daß die größte Fläche r_2 von Krystall I mit einer Rhomboederfläche r_2' von Krystall II einspiegelte. Die dreieckigen Wachstumsfiguren ließen beide als Rhomboederflächen 10 erkennen, aber (und das war das Merkwürdige) die Dreiecke auf r_2 hatten ihre Spitzen entgegengesetzt gerichtet mit denen der miteinspiegelnden Fläche r_2' von Krystall II.

Es zeigte sich ferner ein Parallelismus der Kante $b_2 s_2$ mit der Kante $b_2' r_2'$. Damit war festgelegt, daß die beiden Individuen einen Zwilling bilden, daß r_2 resp. r_2' zugleich Zwillingsebene (u) und Verwachsungsebene (v) sind. Drehung 180° um eine Achse $\perp r_2 r_2'$.

Es war noch durch Messung zu entscheiden, ob die Positionen der Flächen streng mit den Forderungen des Zwillingsgesetzes übereinstimmen oder nur genähert. In letzterem Falle wäre die Verwachsung als gesetzmäßig nicht gesichert. Es zeigte aber die Messung mit der Rechnung vollkommene Übereinstimmung, so daß das Zwillingsgesetz als erwiesen erscheint.

Durch dieselbe Messung wurden die Symbole der einzelnen Flächen des kleinen Krystalls bestimmt. Sie ergaben sich, wie in der Figur eingezeichnet, als $r\rho bsux$.

Messung und Diskussion. Die Messung geschah am zweikreisigen Goniometer in der Weise, daß die Zwillingsfläche r_2 r_2' als Polfläche am Instrument eingestellt und danach die Gruppe justiert wurde. Die Gruppe wurde dann als Ganzes durchgemessen. Alsdann wurden die Flächenpunkte aus den gemessenen Positionswinkeln $\varphi\rho$ in das gnomonische Bild gebracht und in diesem graphisch diskutiert.

Fig. 2, Taf. I gibt das gnomonische Bild der Flächenpunkte, wie es die Messung lieferte. In demselben sind die zu dem großen Krystall II gehörigen Punkte durch größere leere Ringe angezeigt, die zu dem kleinen Krystall gehörigen durch kleinere gefüllte Ringe.

Digitized by Google

Diskussion des Zwillingsbildes. Das Projektionsbild hat ein etwas eigenartiges Aussehen, weil man nicht gewohnt ist, eine Rhomboederfläche r = 10 als Polfläche zu haben. Durch diese Wahl der Polfläche kommt es, daß keine krystallographische Zone als Prismenzone erscheint. Das hat dann wieder zur Folge, daß in der Projektionsebene keine Zählachsen liegen und daher die Abstände der Punkte in den Zonen mit keinem Einheitsmaß rational ausgemessen werden können.

Einige Worte mögen zur Erklärung des Projektionsbildes dienen.

Um das Projektionsbild zu verstehen, tut man gut, sowohl das perspektivische Bild Fig. 1, Taf. I als auch das normale Projektionsbild Fig. 3, Taf. II zum Vergleich heranzuziehen. Vergleicht man das perspektivische Bild Fig. 1 mit dem gnomonischen Bild Fig. 2, so identifiziert man leicht, welcher Punkt welcher Fläche entspricht. Dazu hilft die gegenseitige Lage der Flächen resp. Punkte sowie die eingeschriebenen Buchstaben.

Da fallen zunächst von dem großen Krystall II die 3 Prismenpunkte $b_1' b_2' b_3'$ auf; ferner die 3 Rhomboederpunkte $\rho_1' r_2' \rho_3'$ mit den entsprechenden großen Flächen. Ist man so im Bild für den großen Krystall II orientiert, so betrachtet man im gnomonischen Bild die Punkte des kleinen Krystalls I. Dreht man das Blatt um den Pol $r_2 r_2'$ um 180°, so findet man die Punkte der Prismen $b_1 b_2 b_3$ genau an der Stelle, an der vorher $b_1' b_2' b_3'$ waren. Diese Operation legt das Zwillingsgesetz klar: Zusammenfallen der Rhomboederflächen $r_2 r_2'$ und Drehung um 180° um eine Achse $\perp r_2$. Diese Achse ist zugleich die Projektionsachse, die, vom Krystallmittelpunkt ausgehend, senkrecht steht auf dem Projektionsbild und in dessen Pol, dem Mittelpunkt des Grundkreises, die Projektionsebene durchsticht.

Ist der Ort der Hauptflächen $br\rho$ für beide Krystalle im Projektionsbild erkannt, so versteht man den Ort zunächst der s-Flächen aus dem Zonenverband, jeweils im Schnitt einer Zone $b\rho r$ mit einer Zone $br\rho$, z. B. s_2 im Schnitt von Zone $b_1 r_2 \rho_3$ mit Zone $b_2 \rho_1$. Sind so auch die s-Punkte festgelegt und verstanden, so versteht man den Ort der x und u in den Zonen sb. Zum genauen Beurteilen des Ortes von x und u ist es am besten, den Winkel bu resp. bx heranzuziehen. Man findet diesen Winkel in den Tabellen. Er beträgt $bx = 12°1'$; $bu = 18°29'$. Man kann ihn mit Hilfe des Winkelpunktes der Zone ein-

Digitized by Google

tragen. [1]) So bestimmt man graphisch den Ort der x u-Punkte und vergleicht ihn mit dem durch Messung gefundenen.

Herstellung des gnomonischen Zwillingsbildes. Gegeben: Das Projektionsbild von Krystall I in Projektion auf $r_2 = 10$. Gesucht: Die entsprechenden Punkte von Krystall II. Dies kann auf 2 Arten geschehen.

Erster Weg. Ziehen einer Symmetrielinie SS durch den Pol r_2 parallel der Zonenlinie $b_1\ b_2\ b_3$. Jedem Punkt von Krystall I entspricht ein Punkt von Krystall II symmetrisch in bezug auf die Gerade SS. Der korrespondierende Zwillingspunkt liegt auf einer Geraden $\perp$ SS, in gleichem Abstand von SS.

Zweiter Weg. Man zieht für einen Flächenpunkt z. B. ρ_3 die Radiale, d. h. die Zonenlinie durch den Pol r_2 und findet den korrespondierenden Punkt ρ_3 auf dieser Radialen im gleichen Abstand vom Pol.

Symmetrie. Zonendeckung. Flächendeckung. Krystall II ist symmetrisch zu I in bezug auf die Symmetrieebene SS. In Krystall II und I decken sich alle Zonen durch r_2. Das sind wesentlich 3 Zonen: Zwei Trapezoederzonen $r\rho$ und eine Rhomboederzone r b. Von Flächen aber deckt sich in allen diesen Zonen und an beiden Krystallen überhaupt nur eine. Das ist die Zwillingsebene r_2. Wir haben also als charakteristisch und genetisch wichtig für die Verknüpfung nach diesem Gesetz nur 1 Deckpunkt und 3 Deckzonen. Unter den Deckzonen ist keine absolute Deckzone, d. h. keine solche, bei der sich alle gleichwertigen Punkte von I und II decken. Wir nennen sie gemeine Deckzonen.

Vergleich der gemessenen und berechneten Positionswinkel. Bei der angewendeten Aufstellung mit r_2 als Polfläche. (Siehe S. 161.)

Messung und Rechnung stimmen befriedigend überein, so daß auf Grund der Messung das Zwillingsgesetz einwandfrei gesichert ist.

---

[1]) Vgl. Gdt., Üb. Proj. u. graph. Kryst. Ber. Berlin 1887, 41.

Digitized by Google

Eine auffallende Abweichung im ∢ ρ zeigt Fläche ρ'_3. Wir finden da ρ = 47° 55, berechnet 46° 16. Diese Abweichung hängt zusammen mit einem Knick, der über die Fläche r'_2 hingeht und diese in 2 Facetten zerlegt, deren Neigung ρ sich um etwa 1° unterscheidet. Wir finden in untenstehender Tabelle demgemäß für r'_2 die 2 Positionen φρ = —; 0° — und φρ = $\bar{9}3°$ 25; $\bar{0}°$ 54; das sind die Orte der 2 Facetten zu beiden Seiten des Knicks.

Kryst.-Nr.	Buchst.	Symb.	Gemessen		Berechnet	
			φ¹	ρ¹	φ¹	ρ¹
1	b_1	∞ 0	19° 26	66° 55	19° 39	66° 52
	b_2		89° 48	38° 10	90° —	38° 13
	b_3		160° 57	67° 12	160° 21	66° 52
	ρ_1	± 10	$\bar{1}9°$ 18	46° 22	$\bar{1}9°$ 39	46° 16
	r_2		(39° 13)	$\bar{0}°$ 05	—	0° —
	ρ_3		$\bar{1}60°$ —	46° 52	$\bar{1}60°$ 21	46° 16
	s_2	1	19° 46	29° 03	19° 39	28° 54
	s_3		160° 05	28° 46	160° 21	28° 54
	s_6		119° 09	68° 40	119° 14	68° 42
	x_3	15	107° —	31° 50	107° 16	31° 13
	x_6		146° 24	66° 10	146° 15	66° 16
	u_2	13	(61° 42)	(30° 24)	60° 46	28° 43
2	ρ'_1	± 10	159° 44	46° 16	160° 21	46° 16
	r'_2		—	0° —	—	0°
			$\bar{9}3°$ 25	$\bar{0}°$ 54		
	ρ'_3		19° 41	47° 55!	19° 39	46° 16

In der Figur, Taf. I, Fig. 1, ist diese Teilung der Fläche r'_2 ersichtlich; auch ρ'_1 zeigt einen entsprechenden Knick. Der kleine Krystall I sitzt auf einem unten und seitlich scharf begrenzten Streifen (man könnte sagen auf einer Scholle) von der Breite von Krystall I,

Digitized by Google

der sich von dem übrigen Teil der Fläche r_1' scharf abhebt. Gegen seine Unterlage, sowie gegen das Nachbarstück von ρ_2' ist Krystall I richtig orientiert. Er zeigt da die Winkel, die das Zwillingsgesetz verlangt mit den gewöhnlichen Schwankungen von einigen Minuten.

Zwei Deutungen des 10-Gesetzes. Unterscheiden wir nicht zwischen $r = 10$ und $\rho = -10$, so können wir dem Gesetz 2 Deutungen geben:

1. Drehung um die Achse senkrecht zum Rhomboeder 10 um 180°.

2. Drehung um die Achse senkrecht zum Prisma $a = \infty(11\bar{2}0)$ bis ρ_5 nach r_2 fällt, das ist um 103° 34 oder um 76° 26.

Unterscheiden wir zwischen r und ρ, so haben wir 3 Fälle:

1. Deckung von rr; 2. Deckung von $\rho\rho$; 3. Deckung von rρ.

Das wären 3 Unterabteilungen des 10-Gesetzes.

Genetische Erklärung der Ablenkung der den Zwilling tragenden Scholle. In einer Untersuchung über Viellingsbildung beim Cerussit wurde eine Ansicht ausgesprochen über Bildung von Sprossen in Zwillingsstellung.[1]) Der Ansatz der Zwillingssprosse geschieht danach in der Weise, daß sich an den fertigen Krystall nicht eine einzelne Partikel anlegt, sondern eine in sich verzwillingte Gruppe mehrerer Partikel. Von dieser in der Flüssigkeit herantreibenden Gruppe legt sich der eine Teil parallel an den fertigen größeren Krystall an, während der andere Zwillingsteil anders orientiert hervorragt und beim Weiterwachsen die Sprosse bildet.

Legt sich von einer größeren Gruppe ein Teil parallel an, so kann es leicht geschehen, daß der Parallelismus nicht vollständig ist, da solch größere Gruppe in ihren Bewegungen nicht so frei ist als die einzelne Partikel, die sich im Anlegen streng einrichtet.

Ein solcher Fall dürfte bei unserem Quarzzwilling vorliegen. An den großen Krystall II hat sich eine Zwillingsgruppe mit ihrem einen Teil parallel angesetzt und hat sich beim Weiterwachsen zum Krystall I mit der darunter liegenden Scholle ausgebildet. Deren genetisches Anfangsstück hat sich parallel an die Fläche r_2' des großen Krystall II angelegt. Diese Parallellagerung zeigt die oben erwähnte Abweichung

[1]) Jahrb. Min., 1902, Beil. Bd. 15, pag. 573 flgde.

Digitized by Google

von nahezu 1°. Einen strengen Zwilling in sich bildet Krystall I mit der ihn unmittelbar tragenden Scholle.

Eine analoge Bildung mit ähnlicher Abweichung haben wir beim Cerussit von Mapimi angetroffen.[1]) Dort ist der rote große Krystall I facettiert durch den ablenkenden Einfluß der angesetzten Zwillingssprosse 16—17 (grün). Das mit dem grünen Krystall streng nach dem Zwillingsgesetz verbundene Stück des roten Krystalls zeigt gegenüber dem größeren Stück desselben Krystalls nicht strengen Parallelismus, sondern eine Abweichung von nahezu 1°, gerade wie hier.

Die Analogie ist eine Bestätigung und es ist in diesem Sinn unser Quarz von genetischem Interesse.

Die Abplattung durch gegenseitige Beeinflussung ist eine weitere interessante Eigentümlichkeit unserer Gruppe. Der kleine, jüngere Krystall hat sich auf dem großen, älteren flach ausgebreitet. Nur die Fläche r_2 ist groß geworden, sie hat sich längs und besonders seitlich ausgebreitet. Die Spitze ist zur langen Schneide geworden. Alle anderen Flächen sind klein und entsprechend der Ausbreitung von r_2 verzerrt. Alle unter dem Einfluß des großen Krystalls.

Besonders interessant ist in unserem Beispiel der Umstand, daß der große Krystall imstande war, den kleinen abzuplatten, daß dagegen der kleine den großen nicht wesentlich ändern konnte. Es mußte, wie so oft in der Welt, der kleine Mann sich dem großen fügen.

Es wäre von Interesse, durch Schnitte zu sehen, wie tief der kleine Krystall im großen wurzelt und wie er sich mit fortschreitendem Wachsen gegen diesen abgrenzt. Eine solche Untersuchung soll geschehen, wenn mehr dergleichen Gebilde gefunden werden.

Frühere Angaben über das Gesetz nach r = 10. Zwillinge resp. Viellinge nach r = 10 wurden zuerst von G. Rose[2]) angegeben. Sie stammen von Reichenstein in Schlesien. Zwillingsebene r = 10, Verwachsungsebene ⊥ r. Nach dem Fundort wurde das Gesetz Reichensteiner Gesetz genannt. Es sind sternförmige Gruppen, auf Calcit aufsitzend. Je eine r-Fläche des Quarz von je 2 Krystallen spiegelt

[1]) Ebenda, Taf. 17, Fig. 5, sowie pag. 584.

[2]) Pogg. Ann. 1851, 83, 461.

Digitized by Google

ein. Nach Rose hat Eck[1]) Roses Originalkrystalle wieder untersucht und gefunden, daß dieselben regelmäßig verwachsen sind mit dem Calcit, auf dem sie sitzen, und zwar in folgender Weise. Die Calcite sind begrenzt von Flächen $\delta. = -\frac{1}{2}$. Auf diesen sitzen die Quarzpärchen so, daß ihre gemeinsame Ebene r mit der darunterliegenden δ.-Fläche des Calcit sich deckt.

Damit war die Frage aufgerollt, ob es sich hier um Quarzzwillinge handle oder um regelmäßige Verwachsung von Quarz mit Calcit, so daß sich nicht die Quarze gegenseitig orientieren, sondern gemeinsam vom Calcit orientiert werden. Die Art der komplizierten, aber höchst interessanten Anordnung ist durch die Messungen von Rose und Eck klargelegt. Es fragt sich, wie sie zu deuten sei.

Eck[1]) präzisiert sehr klar die Frage, er sagt (pag. 431):

„Wenn es nach dem obigen keinem Zweifel unterliegen kann, daß wir die Entstehung der beschriebenen Gruppierung der 3 Quarzkrystalle lediglich der gesetzmäßigen Verwachsung zwischen den Krystallen des jüngeren Quarzes und des Kalkspats zuzuschreiben haben, so kann doch die Frage aufgeworfen werden, ob wir den Grund für die Entstehung der gesetzmäßigen Verwachsung je zweier Quarzindividuen ebenfalls lediglich in dieser gesetzmäßigen Aufeinanderlagerung zu suchen oder ob wir anzunehmen haben, daß das zweite auf derselben Fläche des ersten stumpferen Kalkspatrhomboeders sich anlegende Quarzindividuum nicht durch den Kalkspat, sondern durch das bereits vorhandene Quarzindividuum veranlaßt wird, die zwillingsartige Stellung zu diesem einzunehmen. In dem letzteren Falle, also bei der Verwachsung nach einem dem Quarze eigenen Zwillingsgesetze würden wir postulieren können, Quarzzwillinge mit gemeinsamer Hauptrhomboederfläche auch da zu finden, wo von einer Prädestinierung der Lage des zweiten Individuums durch eine Kalkspatunterlage nicht die Rede sein kann. Dieses ist bisher nicht geschehen."

Infolge von Ecks Untersuchung und Diskussion ist das 10-Gesetz fraglich geworden. Die regelmäßige Verwachsung von Quarz und Calcit, zuerst von Phillips (1836) erkannt[2]), dann von Breithaupt gefunden[2]), wurde von Frenzel und Rath[3]) beschrieben, ebenso von E. S. Dana.[4]) Dies bestärkte die Auffassung der Reichensteiner Quarzgruppen nicht als freie Zwillinge, sondern als orientiert durch den

---

[1]) Zeitschr. d. Geol. Ges., 1866, 18, 428.

[2]) Rath, G. v., Verh. Nat.-Ver. Rheinl., 1877, 34, 186.

[3]) Frenzel u. Rath, Pogg. Ann., 1875, 155, 17.

[4]) Dana E. S., Amer. Journ., 1876 (3), 12, 448.

Digitized by Google

Calcit. Dies Aufgeben des 10-Gesetzes führte u. a. dahin, daß während J. D. Dana in seinem System of Mineralogy (1854, 145) die Reichensteiner Gruppen als Quarzviellinge beschreibt, sein Sohn E. S. Dana in der neuen Auflage (1892, 185) sie wieder wegläßt.

Jenzsch[1]) kümmert sich um Ecks genetische Bedenken nicht und hält das Reichensteiner Gesetz für gesichert.

Brown[2]) beschreibt eine Gruppe, die fast genau dem Gesetz entspricht und bildet sie ab. Doch sagt er selbst darüber:

„The faces R are not absolutely in one plane, careful examination showing that the faces are inclined in an angle a little less than 180°. Moreover the faces R and —R of the two individuals are not exactly in one zone."

Er nimmt als Zwillingsebene $-\frac{5}{8}$R an.

O. W. Huntington[3]) hat dieselben Krystalle von Brown untersucht. Er fand unter zahlreichen anscheinenden Zwillingen nur 3, welche auf eine ausgesprochene Zwillingsfläche zurückgeführt werden konnten. Aber jeder auf eine andere: $-\frac{9}{22}$R; $-\frac{2}{11}$R; $-\frac{7}{20}$R. Der Referent E. S. Dana hält sie danach für Zufälligkeiten.

Durch unsern Grieserntaler Zwilling ist r = 10 als Zwillingsebene (u) gesichert. Zugleich ist es Verwachsungsebene (v). Wir können schreiben u = 10; v = 10. Bei Roses Reichensteiner Zwilling ist dagegen u = 10; v ⊥ 10.

Nach dem vorliegenden Falle halte ich auch Roses Reichensteiner Gesetz für gesichert. Bei unserem Griesernthaler Zwilling ist das von Eck ausgesprochene Postulat (s. oben) erfüllt: „Quarzzwillinge mit gemeinsamer Hauptrhomboederfläche auch da zu finden, wo von einer Prädestinierung der Lage des 2. Individuums durch eine Kalkspatunterlage nicht die Rede sein kann."

Bei Roses Reichensteiner Zwillingen liegt die regelmäßige Verwachsung der Quarze unter sich nach 10 und zugleich mit dem Calcit nach dessen $-\frac{1}{2}$ vor. Es dürfte in diesem Fall anzunehmen sein, daß der Calcit die Zwillingsbildung des Quarz nach 10 zwar nicht bewirkt, aber begünstigt hat. Vielleicht hat auch

[1]) Pogg. Ann., 1867, **130**, 600.
[2]) Amer. Journ., 1885, 30, 191. Zeitschr. Kryst., 1887, **12**, 320.
[3]) Zeitschr. f. Kryst., 1887, **12**, 320.

Digitized by Google

umgekehrt die Zwillingsbildung des Quarzes nach 10 die regelmäßige Verwachsung des Quarzes mit Calcit in der beobachteten Weise zwar nicht bewirkt, aber begünstigt.

Solche Begünstigungen (günstige Umstände) bewirken, daß etwas, was in sich eine geringe Wahrscheinlichkeit hat, gerade unter diesen Umständen so viel an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß es in die Erscheinung tritt. Der Begünstiger wird zum Geburtshelfer oder Kuppler, wenn auch nicht zum Vater.

Digitized by Google

VIII. Über die Zwillingsgesetze des Quarz.

Von **V. Goldschmidt** in Heidelberg.

(Mit 2 Textfiguren.)

Wenn wir von Zwillingen beim Quarz reden, so ist zunächst zu prüfen, was unter Zwillingen zu verstehen sei. In einer Untersuchung des Verfassers über „Definition eines Zwillings“ [1]) wurde diese Frage diskutiert und der Begriff strenger gefaßt. In der einfachsten Form lautete die Definition:

Zwilling ist ein symmetrisches Krystallpaar.

Dabei zeigten sich als ein strittiges Gebiet die Krystallarten mit enantiomorphen Formen. Sie fügten sich dieser Definition ebensowenig streng als irgend einer anderen. Mit Rücksicht auf diese Krystallarten schien es nötig, der Definition noch eine Klausel anzuhängen, die erlaubte, auch die entsprechenden Verwachsungen enantiomorpher Krystalle als Zwillinge aufzufassen. Diese lautete:

(S. 258.) Bei nicht parallelflächigen Krystallarten ist als Zwilling schon die Verwachsung zweier gleichartiger Individuen symmetrisch in bezug auf die Hauptflächen anzusehen. Enantiomorphe Krystalle gelten in dieser Beziehung als gleichartig.

Das klassische Beispiel für diesen Fall ist der Quarz. Von diesem war in genannter Abhandlung speziell die Rede (S. 257).

Wollen wir den Inhalt der Klausel in die Definition aufnehmen, so kann diese lauten:

Zwilling ist ein in bezug auf die Hauptflächen symmetrisches Krystallpaar.

Weitere Untersuchungen über die genetischen (kausalen) Verhältnisse bei der Zwillingsbildung bestätigten die Berechtigung der

[1]) Zeitschr. f. Kryst., 1898, **30**, 254.

Digitized by Google

Annahme, daß die symmetrische Verknüpfung nach den Hauptflächen genügt, um das Wesen des Zwillings auszumachen, denn es zeigte sich, daß nur die Hauptflächen resp. ihre Normalen die Verknüpfung vollziehen, während die untergeordneten Flächen folgen. Haben die Hauptflächen (Hauptknoten) als Hauptbinder die parallele oder symmetrische Verknüpfung vollzogen, so laufen die Nebenflächen mit, sei es nun, daß sie sich auch symmetrisch resp. parallel stellen, oder daß sie dies nicht tun.

Den großen Gewalten gegenüber kommen die kleinen nicht in Frage. Die kleinen Kräfte und Massen bilden eine quantité négligeable, wenn sich die großen Gewalten ins Gleichgewicht setzen.

Analoga. Zwei Flügel eines Gebäudes gelten als symmetrisch, wenn auch jedes Fenster, jede Säule ein anderes Ornament trägt.

Beim Friedensschluß zwischen Österreich und Preußen 1866 war das Gleichgewicht hergestellt, wenn auch im Vertrag das Fürstentum Liechtenstein vergessen war.

Wo die Hauptmassen, die Hauptkräfte sich ins Gleichgewicht gesetzt haben, da können die untergeordneten mit Gebilden ähnlichen Ranges ihr Spiel treiben. Sonne und Erde bestimmen einander in ihrer Bahn und gestatten dabei Herrn Müller, seinen Sohn an der Hand zu führen.

„Was als Hauptflächen anzusehen sei, bedarf in jedem speziellen Fall einer Entscheidung. Läßt sich die Abgrenzung manchmal schwer vollziehen, so hat sie das mit allen praktischen Abgrenzungen in der Natur gemein“ (l. c. S. 258). Dem ist zuzufügen, daß auch oft schwer zu entscheiden ist, was als gleichartig und gleichwertig angesehen werden kann. Ob z. B. beim Quarz die Flächen $r\rho = \pm 10$ als gleichwertig angesehen werden können, ebenso die Rechts- und Linksformen unter sich.

Wir werden immer nur ermessen können, nicht was gleich ist, sondern was sich gleich verhält. Dies hängt von Umständen bei der Bildung ab. Man kann sagen: Was im Gröbsten gleichwertig ist und sich so verhält, kann unter besonders günstigen Umständen seine feineren Unterschiede zeigen. So gibt es Umstände, unter denen sich die ± 10-Formen des Quarz, die Rechts- und Linksformen als gleichwertig benehmen, andere, unter denen sie es nicht tun.

Analogon. 20 Soldaten stehen in einer Reihe. Jeder füllt gleichmäßig seinen Platz aus. Dabei hat jeder seine Eigenart. Für die Herstellung der geordneten Reihe ist dieser Unterschied unwesentlich. Er kann sich in anderen Fällen offenbaren.

Nach diesen Bemerkungen wollen wir die Zwillingsgesetze des Quarz näher betrachten. Wir werden da Hauptgesetze kennen lernen

Digitized by Google

mit Unterabteilungen. Sowohl die Hauptgesetze als die Unterabteilungen dem Rang nach abgestuft.

Einteilung der Zwillingsgesetze des Quarz. Wir unterscheiden naturgemäß 2 Gruppen:

I. Gruppe. Zwillinge mit paralleler Hauptachse. (Axiale Verwachsungen.)

II. Gruppe. Zwillinge mit geneigter Hauptachse. (Eigentliche Zwillinge.)

Jede Gruppe zerfällt in Unterabteilungen.

I. Gruppe: Hauptachsen parallel:

A. Ohne Drehung. Deckung r mit r; ρ mit ρ.

a) Verwachsung von Rechts- und Links-Quarz (R + L).

B. Drehung 180° (oder 60°). Deckung r mit ρ.

b) Rechts-Quarz mit Rechts-Quarz (R + R).

c) Links-Quarz mit Links-Quarz (L + L).

d) Rechts-Quarz mit Links-Quarz (R + L).

II. Gruppe: Hauptachsen geneigt:

C. Zwillingsebene $\xi := 1/2\,(11\bar{2}2)$. Japaner Gesetz (C. S. Weiss).

D. Zwillingsebene $r = 10\,(10\bar{1}1)$ oder $\rho = -10$. Reichenstein-Grieserntal-Gesetz (G. Rose—Gdt.).

E. Zwillingsebene $p = 1/2\,0\,(10\bar{1}2)$ oder $\pi = -1/2\,0$. Sardisches Gesetz (Q. Sella).

Die Verwachsungen der Gruppe I sind sehr bekannt und vielfach beschrieben. Aus der Gruppe II ist das Gesetz C schon durch Chr. S. Weiss gefunden und seitdem von verschiedenen Orten her bekannt. Von Gesetz D gibt die vorstehende Abhandlung Nachricht. Davon sind bis jetzt nur 2 Vorkommen beschrieben. Gesetz E ist von Quintino Sella[1]) angegeben und wenig beachtet worden.

Die Verwachsungen der Gruppe I sind sehr häufig, die der Gruppe II selten. In dieser Gruppe sind Zwillinge nach $\xi := 1/2$ nicht häufig, solche nach $r = 10$ und $p = 1/2\,0$ sind äußerste Seltenheiten.

Bestimmung der Rangordnung zweier Zwillingsgesetze. In einer Untersuchung über das Spinell-Gesetz beim Pyrit und die Rangordnung der Zwillingsgesetze[2]) wurde eine Methode angegeben,

[1]) Mem. Ac. Torino 1856, **17**, S. 35, Taf. 6 (Neudruck Att. Ac. Linc. 1885.)

[2]) Gdt. und Nicol, Jahrb. Min., 1904, **2**, 93.

Digitized by Google

um da, wo bei einer Krystallart mehrere Zwillingsgesetze bekannt sind, deren Rangordnung nach Wichtigkeit und Wahrscheinlichkeit festzustellen. Der Weg ist folgender:

Es seien bei einer Krystallart 2 Individuen I und II zum Zwilling verwachsen, und zwar nach 2 Gesetzen A und B, und man will beurteilen, welches von beiden Gesetzen das wahrscheinlichere, wichtigere ist, so verfährt man folgendermaßen:

1. Man macht ein gnomonisches Punktbild der beobachteten Formen der Krystallart in Stellung I. In der Regel genügt Eintragen der Hauptpunkte.

2. In dasselbe Bild trägt man dieselben Punkte für den Krystall in Stellung II zunächst nach dem ersten Gesetz A.

3. Man sieht zu, welche Punkte und Zonen im gemeinsamen Bild (Zwillingsbild) sich decken.

4. Man macht das gleiche auf einem anderen Blatt für das zweite Gesetz B und vergleicht nun, ob im Zwillingsbild A sich mehr oder weniger wichtige Punkte und Zonen decken als in B. Decken sich in A mehr und wichtigere Punkte und Zonen als in B, so ist A das wichtigere, im Rang höhere Zwillingsgesetz.

Dies Verfahren wollen wir auf die bekannten, oben zusammengestellten Zwillingsgesetze des Quarz anwenden.

Vergleich von Gruppe I und II. Taf. II, Fig. 3 gibt ein Bild der Verwachsungen nach den Gesetzen der Gruppe I. Es sind in das Bild eingetragen die Punkte $b = \infty 0$; $r\rho = \pm 10$; $s = 1$; $u = 13$; $x = 15$. Rechts- und Linksformen sind durch Ausfüllen resp. Leerlassen der Punktringel geschieden.

Das Bild zeigt unmittelbar, daß nach Drehung um 60° oder 180° alle b und alle s sich wieder decken, jedes r auf ein ρ fällt. Außerdem decken sich alle wichtigen Zonen: die Prismenzone bab, die Rhomboederzone $ro\rho b$ und die Trapezoederzonen $r\rho sb$.

Es wurde für andere Krystallarten gezeigt, daß als Verknüpfer zur Zwillingsbildung nur die Hauptflächen (Hauptknoten) und Hauptzonen der Krystallart wesentlich sind, daß der Einfluß der Verknüpfer (Binder) von der Rangordnung der Flächen abhängt. Die schwächeren können nur in seltenen Fällen den Ausschlag geben. Dieser Erfahrungssatz bestätigt sich bei den Quarzzwillingen. Hier

Digitized by Google

sind für die Verknüpfung ausschließlich maßgebend die Hauptknoten brρ und die sie verbindenden Zonen bab; broρ; bsrρ.

Die Verknüpfung von r mit ρ dürfte nicht ganz so stark sein als die von r mit r. Immerhin ist der Unterchied von r und ρ nach allen Anzeichen so gering, daß es nicht ausgeschlossen ist, daß die Verknüpfung rρ stärker ist als die ρρ. Es fehlen jedoch derzeit die Unterlagen, um dies zu beurteilen.

Nach allem dem ist die Verknüpfung der Partikel nach einem Gesetz der Gruppe I fast so stark wie parallele Verwachsung. Die Folge ist, daß in einem scheinbar einfachen Krystall Rechts- und Links-Partikel sich mischen, viele Partikel gegen die Nachbarn um 60° gedreht sind. Ein Quarzkrystall dürfte in den meisten Fällen, wenn nicht in allen, ein Partikelstock sein, in dem Partikel nach den verschiedenen Gesetzen der Gruppe I sich mischen und sich in unregelmäßigen Haufen gegeneinander abgrenzen. Dies wird um so mehr der Fall sein, je schlechter ausgebildet der Krystall ist, je unruhiger, ungleichmäßiger die Bildung war.[1])

Man kann danach alle scheinbaren Einzelkrystalle des Quarz als gemischte Viellinge der Gruppe I ansehen. Umgekehrt kann man in der Gruppe II die scheinbaren Individuen I und II, aus denen sich der Zwilling zusammensetzt, als einfache Krystalle ansehen, mögen sie auch im inneren Bau Viellinge sein nach den Gesetzen der Gruppe I. Tut man das, so werden für die genetische Diskussion der Zwillinge der Gruppe II die Flächen $r\rho = \pm 10$ gleichwertig, ebenso alle s, alle x, alle u unter sich, kurz alle ± Rechts- und Links-Formen unter sich. Mit anderen Worten: Für diese Betrachtungen über Krystalle mit geneigten Achsen ist der Quarz als holoedrisch hexagonal zu behandeln. Diese naturgemäße Vereinfachung wollen wir hier festhalten.

Erst nach beendeter Diskussion wäre festzustellen, ob die Zwillingsbildung und Verwachsung nach ± 10 zu scheiden sei. Vorläufig ist eine solche Untersuchung nur für das eine Gesetz C (Zwillingsebene $\xi : = 1/2$) möglich. Für die beiden anderen Gesetze bedarf es der Auffindung von mehr Material. Als wahrscheinlich ist anzunehmen, daß $r = +10$ als der stärkere Knoten mit den größeren Flächen vor $\rho = -10$ den Vorzug hat. Diese Vermutung bedarf der Bestätigung.

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Kryst., 1898, **29**, 384.

Digitized by Google

Gruppe I ist im Rang höher als Gruppe II. Innerhalb der Gruppe I ist Verwachsung A ohne Drehung im Rang höher als B (Drehung 60°), wobei die r auf die ρ fallen.

Vergleich der Zwillingsgesetze von Gruppe II. Bevor wir an den Vergleich gehen, möge den 3 Gesetzen dieser Gruppe außer der oben angeführten (formellen) Bezeichnung eine zweite (genetische) gegeben werden. Hierzu seien einige Bemerkungen gestattet.

Formell bezeichnen wir einen Zwilling nach der **Zwillingsebene,** d. h. nach der beiden Individuen I und II gemeinsamen Fläche, um deren Normale I um 180° gedreht in Stellung II übergeführt wird.

Genetisch bezeichnen wir nach den **Bindern** (Bindeflächen und Bindezonen).

Bindeflächen (Verknüpfungsebenen) nennen wir die Hauptflächen, deren Normalen (Bindekräfte) durch Parallelrichten die Verknüpfung der Partikel zum Zwilling besorgen. Es gibt deren beim Zwilling nicht eine, sondern viele. Wir greifen zur Bezeichnung die wichtigste heraus oder nennen auch wohl mehrere, indem wir die Aufsuchung der übrigen und ihrer Beziehungen dem Studium im einzelnen überlassen.[1])

Bindezonen (Verknüpfungszonen) nennen wir die Zonen, deren Normalen, die Zonenebene (Kraftebene) bildend, durch Parallelrichten die Verknüpfung zum Zwilling vollziehen. Es sind stets Hauptzonen der Krystallart.

Im Projektionsbild erscheinen die Bindeflächen als Deckpunkte, die Bindezonen als Deckzonen. Wir nennen absolute Deckzonen solche, bei denen alle entsprechenden Flächenpunkte der Individuen I und II sich decken. Gemeine Deckzonen solche, bei denen sie das nicht tun.[2])

Genetisch ist es nicht nötig, daß I in Stellung II übergeführt werden kann durch Drehung um 180°. Die formelle Zwillingsebene kann genetisch (als Binder) bedeutungslos sein und ist es oft.[3])

Zwillingsgesetze der Gruppe II. Formelle und genetische Bezeichnung. Wir können im Projektionsbild Taf. II, Fig. 3 für alle 3 Gesetze die Verknüpfung ablesen.

---

[1]) Vgl. Jahrb. Min., 1904, **2**, 93.

[2]) Über den Vorgang der Verknüpfung vgl. Zeitschr. f. Kryst., 1898, **29**, 361.

[3]) Vgl. u. a. Chrysoberyll, Zeitschr. f. Kryst., 1900, **33**, 455.

Digitized by Google

C. Japaner Gesetz.[1]) Formelle Bezeichnung: Zwillingsebene $\xi := 1/2$. Drehung 180°. Genetische Bezeichnung: Hauptbinder die Prismenfläche b_2, in zweiter Linie $\rho_1 r_6$.

Hauptbindezone: die Trapezoederzone $b_2 \rho_1 r_6$. Sie ist eine absolute Deckzone.

Nach der Bindefläche b_2 sind die Krystalle stets abgeplattet.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II können wir uns vorstellen als: **Anhaften** durch Einrichten der Normalen von b_2 (dann ist noch eine Drehung um die Achse $\perp b_2$ möglich) und **Fixieren** in Zwillingsstellung durch **Einschnappen** der Zone $b_2 \rho_1 r_6$ von I mit Zone $b_2 \rho_3 r_4$ von II. Wäre in I und II Zone $b_2 \rho_1 r_6$ eingeschnappt, so hätten wir parallele Verwachsung.

Das Wort Einschnappen dürfte als bezeichnend festzuhalten sein. Es wurde vom Einschnappen der Tür ins Schloß entnommen. Die Tür dreht sich in der Angel wie unsere Partikel um die Achse der Anheftung und schnappt an einer bestimmten Stelle ins Schloß, wo sie in ihrer Richtung festgehalten wird. Das entspricht bei unsern Partikeln dem Festhalten durch einen zweiten Binder (Bindepunkt oder Bindezone). Nach dem Einschnappen ist eine weitere Drehung nicht möglich; die gegenseitige Lage ist fixiert.

Wir können nun die Zwillingsbildung C kurz beschreiben durch:

Anheften mit b_2; Einschnappen von $\rho_1 r_6$ mit $\rho_3 r_4$.

Die Drehung von Zone $\rho_1 r_6$ in Lage $\rho_3 r_4$ um Achse b_2 ist $= \measuredangle \xi_1 : \xi_4$. Das ist 95°27 oder 84°33. Das ist zugleich der Winkel der Hauptachsen beider Krystalle. Wir können danach das Gesetz auch aussprechen:

Binder b_2; Drehung 84°33′.

Wir sehen: Genetisch spielt die Zwillingsebene $\xi := 1/2$ gar keine Rolle. Sie ist auch im Formensystem des Quarz unwichtig. Maßgebend sind nur die Binder $b\, r \rho$, die Hauptknoten im Formensystem des Quarz. Dieselben Binder bestimmten, wie wir sahen, die Verknüpfung in Gruppe I und bestimmen, wie wir sogleich sehen werden, die Verknüpfung auch bei den übrigen beiden Gesetzen der Gruppe II.

---

[1]) Es möge dies Gesetz als Japaner Gesetz bezeichnet werden, da Zwillinge von dort in großer Zahl gekommen und in allen Sammlungen zu finden sind. Von anderen Funden hat man nur vereinzelte Exemplare.

Digitized by Google

Zum speziellen Studium der Verknüpfung sowie der Lage der Einzelflächen im Zwilling empfiehlt es sich, ein gnomonisches Bild des Zwillings in der oben angegebenen Weise herzustellen. Am besten projiziert man auf die Bindefläche b, deren Punkt somit zum Pol wird. Fig. 4, Taf. II zeigt ein solches Bild.[1]) Ein solches Bild erhält man, wenn man den Zwilling in der Weise mißt, daß man b am Instrument zur Polfläche macht und die gnomonischen Punkte aus den gemessenen Winkeln $\varphi\ \rho$ aufträgt.

In Fig. 4, Taf. II gehören die Punkte zu den Formen b r ρ s u x, die Punkte von I (klein und voll) unterschieden von denen von II (größer und leer). Die Deckpunkte, ausgezeichnet durch den doppelten Ring, bilden die absolute Deckzone, die allein die Verknüpfung besorgt. Andere Deckpunkte und Deckzonen sind nicht vorhanden.

Senkrecht zur Deckzone läuft die Symmetrielinie SS. Dicht bei der Symmetrielinie streichen unter spitzem Winkel gegeneinander 2 Radialzonen. Es sind die Trapezoederzonen, die gleichwertigen mit denen, die die Deckzone bilden. Solche nahe Zonen sind geneigt, sich gegenseitig auf eine mittlere Richtung abzulenken.[2]) Es wäre von Interesse, durch Messung zu konstatieren, ob sich solche Ablenkung nachweisen läßt.

Das Bild nähert sich tetragonaler Symmetrie.

Bei Besprechung der anderen beiden Gesetze der Gruppe II können wir uns nun kürzer fassen. Als Unterlage für die Betrachtung nehmen wir das Projektionsbild Taf. II, Fig. 3.

D. Reichenstein-Grieserntal-Gesetz.

Formelle Bezeichnung: Zwillingsebene r=10; Drehung 180°, und zwar

α) Verwachsungsebene ⊥ r (Reichenstein. G. Rose).

β) Verwachsungsebene = r (Grieserntal. G dt.).

Genetische Bezeichnung: Kann verschieden geschehen:

---

[1]) Die Herstellung des Bildes für den Kryst. I aus den Elementen und Symbolen geschieht am besten nach der Vorschrift für Projektion auf ∞0 im hexagonalen System (Zeitschr. f. Kryst., 1889, **17**, 193). Ist Bild I eingetragen, so zieht man die Symmetrielinie SS durch den Pol b senkrecht zur Deckzone r b ρ. Dann trägt man die Punkte von Kryst. II ein, symmetrisch zu SS.

[2]) Vgl. Cerussit von Mapimi, Jahrb. f. Min., 1902, Beil.-Bd. **15**, 582, sowie Hubrecht, Cerussit von Monteponi, Zeitschr. f. Kryst., 1905, **40**, 170.

Digitized by Google

Hauptbinder: r; Bindezonen: 1 Rhomboederzone $b_2 r_2 o \rho_5$ und 2 Trapezoederzonen $b_1 r_2 \rho_3$; $b_3 r_2 \rho_1$.

Die Bindezonen sind alle 3 gemeine Deckzonen. Von ihnen ist die wichtigere die Rhomboederzone.

Anders gesagt: Anheften mit r_2; Einschnappen mit Rhomboederzone $b_2 r_2 o$, oder Binder r_2; Drehung 180°.

Wir können die Überführung von Krystall I in Stellung II auch anders auffassen.

Drehung um Achse $a_1 a_4$ bis ρ_5 in r_2 fällt.

Genetisch ist $a_1 = \infty$ $(11\bar{2}0)$ ohne Bedeutung; es ist eine schwache Fläche. Das Anheften geschieht bei dieser Auffassung durch Einrichten der Rhomboederzone $b_2 r_2 o$, von der a_1 die Achse ist. Die Drehung ist $= \measuredangle r_2 \rho_5$, das ist 103°14′ oder 76°46′. Wir können daher genetisch auch schreiben:

Binder die Rhomboederzone $b_2 o$; Drehung 76°46′.

Der Winkel 76°46′ ist der für diese Zwillingsbildung charakteristische Winkel der Hauptachsen von Krystall I und II.

Die Auffassung: Binder r, Drehung 180° und Bindezone bo, Drehung 76°46′ sind gleich berechtigt, solange r und $\rho \pm 10$ nicht geschieden sind, wie wir dies hier annehmen.

Anmerkung. Bei der Auffassung Binder r, Drehung 180° deckt sich die formelle Bezeichnung nahezu mit der genetischen.

Vergleichen wir nun die Grieserntaler Verwachsungsebene $=$ r mit der Verwachsungsebene $\perp$ r des Reichensteiner Gesetzes, so stehen sich beide gegenüber wie die genetischen Auffassungen.

Binder r, Drehung 180° und:

Binder die Zonenebene bro. Drehung 76°46′.

Es liegt die Vermutung nahe, daß Binder r, Drehung 180° dem Grieserntaler Gesetz entspricht, Binder die Rhomboederzone bro dem Reichensteiner Gesetz. Daß bei dem Grieserntaler Gesetz r als Hauptbinder anzusehen ist, darüber ist nach der ganzen Ausbildung kein Zweifel. Bei Reichenstein dagegen, wo die r nicht zusammenfallen, sondern nur zusammen einspiegeln, dürfte verknüpfend und richtunggebend die Zone brO sein.

Dieser spezielle Fall rollt folgende **allgemeine Frage** auf: Wir unterscheiden bei demselben Zwillingsgesetz derselben Krystallart oft 2 Fälle:

Digitized by Google

1. Zwillingsebene = Verwachsungsebene (u = v).
2. Zwillingsebene ⊥ Verwachsungsebene (u ⊥ v).

Die Frage ist nun die: Liegen dem genetisch 2 verschiedene Gesetze zugrunde:

1. Binder die Zwillingsebene.
2. Binder die Zone senkrecht zur Zwillingsebene.

Ich glaube, beide Gesetze sind zu scheiden und man kann aus der Verwachsungsebene und der ganzen Gruppierung schließen, ob die Fläche oder die Zone Hauptbinder sei. Doch bedarf die Entscheidung darüber noch eingehender Studien. In unserem Fall wäre dann zu fassen:

1. Griesertaler Gesetz: Binder r = 10, Drehung 180°.
2. Reichensteiner Gesetz: Bindezone bro, Drehung 76°46'.

Ferner tritt folgende Frage auf:

Beim **Calcit mit Quarz von Reichenstein** wurde von Eck die Frage gestellt (siehe oben pag. 164), ob die Quarze durch den unterliegenden Calcit in Zwillingsstellung gebracht seien. Vom Verf. wurde die Frage etwas anders präzisiert: ob und wie der Calcit die Zwillingsbildung des Quarzes zwar nicht bewirken, aber begünstigen könne.

An der Hand der hier gegebenen genetischen Deutungen ist es möglich, mehr Klarheit in die Frage zu bringen.

Die Begünstigung könnte eine 3fache sein:

1. durch Einrichten der Normalen von r (Quarz) auf die von δ. (Calcit);
2. durch Einrichten der Rhomboederzone bro (Quarz) auf die Rhomboederzone φ.δ.o (Calcit), kurz
3. durch genähertes Einrichten der Hauptknoten von Quarz und Calcit.

Alle drei Einflüsse dürften zusammenwirken.

Ad 1. Nachdem paralleles Einrichten von r (Quarz) mit δ. (Calcit) erfolgt ist, bleibt für die Quarzpartikel noch die Möglichkeit der Drehung um die Achse r, bis zum Einschnappen der Zonenebene bro (Quarz) in die Zonenebene φ.δ.o (Calcit); die Normalen dieser Zonen bilden für Quarz wie für Calcit einen Hauptschnitt. Dies Einschnappen kann in 2 Orientierungen des Quarz geschehen, den beiden, die den Reichensteiner Zwilling ausmachen. Indem die Calcitattraktion ⊥ δ. die Quarzpartikel ⊥ r anzieht und orientiert

Digitized by Google

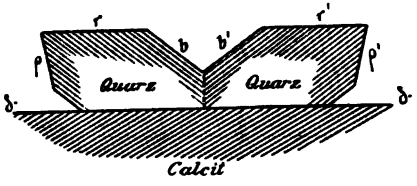
festhält, gibt sie beiden Positionen des Zwillings gleiche Wahrscheinlichkeit.

Ad 2. Ist durch die Einrichtung der Hauptschnitte bro (Quarz) mit φ.δ.o (Calcit) die erste Verknüpfung erfolgt, so folgt Fixierung durch Einschnappen von r (Quarz) in die Richtung δ. (Calcit). Dann ist die Fixierung vollzogen.

Auch an folgende Auffassung ist zu denken: Treten an den Calcit Quarzpartikel nicht einzeln heran, sondern in Pärchen nach dem r-Gesetz, so sind diese Pärchen weniger leicht beweglich als die Einzelpartikel. In den Pärchen hat die Rhomboederzone einen Vorzug, der sie besser befähigt, sich auf die entsprechende Zonenebene des Calcit einzurichten.

Ad 3. **Calcit und Quarz regelmäßig verwachsen. Einrichten anderer Flächennormalen (Knoten) der Deckzone.** Wir wollen

Fig. 1.



nun zusehen, ob bei dieser Verwachsung von Quarz und Calcit mit gemeinsamem Hauptschnitt und Deckung von rδ. noch andere wichtige Knoten dieser Zone sich genau oder annähernd decken und dadurch zur Verknüpfung mitwirken. Dies ist in der Tat der Fall.

Die nebenstehenden Figuren mögen dies illustrieren. Fig. 1 gibt ein schematisches Bild vom Aufwachsen des Quarz-Zwilling auf die δ.-Fläche des Calcit.

In Fig. 2 sind in gnomonischer Projektion die Zonenlinien der sich deckenden Zonen von Quarz und Calcit nebeneinander gezeichnet. Darin sind die Punkte der wichtigsten Flächen eingetragen. Für den Quarz rbρ und die symmetrischen Punkte des Zwillingskrystalles b'ρ'. Für Calcit die Hauptknoten dieser Zone

$$m. = 4;\ p. = +1;\ d. = +\tfrac{1}{4};\ \delta. = -\tfrac{1}{2};\ \varphi. = -2.$$

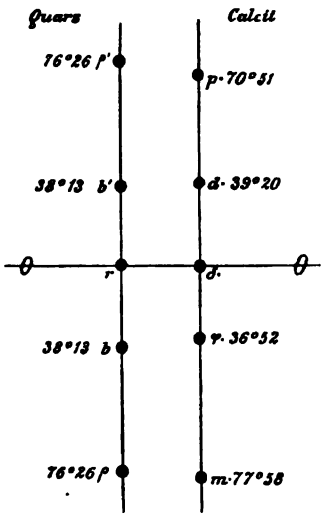
Die Winkelabstände sind von der gemeinsamen Fläche rδ. aus gezählt. Da zeigt sich in der Tat eine überraschende Annäherung. Während δ.r sich decken, differieren

Digitized by Google

φ. m. nur um 1°32′
b φ. um 1°21′
b′ d. um 1°7′
ρ′ p. um 5°33′
δ. r um 0° —

Nur die Differenz ρ′ p. ist etwas größer, die anderen sind minimal. Wir schließen aus dieser Übereinstimmung, daß in der Tat die anderen Knoten zur Bindung mitwirken und daß auch der Krystall II des Zwillings nicht nur durch r und δ. und den Hauptschnitt, sondern zugleich in Richtung b′ ρ′ durch d. p. festgehalten wird; denn selbst

Fig. 2.



5° 33′ ist noch keine große Differenz. Hierin dürfte die gegenseitige Begünstigung von Zwillingsbildung und regelmäßiger Verwachsung von Quarz mit Calcit zu suchen sein. Daß der Calcit terminal von δ.-Flächen begrenzt war, war der Entstehung der betrachteten Verwachsung günstig. Es konnte sich dabei r direkt auf δ. auflegen. Aber nur bei Einrichten von r || δ. zeigen sich die angeführten Deckungen.

Das Beispiel ist in hohem Grad interessant. Es zeigt, daß die Partikelkräfte von Quarz und Calcit sich gegenseitig einrichten. Gerade wie bei der Verknüpfung gleichartiger Krystalle

Digitized by Google

vollzieht sich die **Verknüpfung ungleichartiger Krystalle** durch gegenseitige Einrichtung der Partikelkräfte und die Bindung ist um so fester, die Verknüpfung um so wahrscheinlicher, je stärkere und gleichartigere Partikelkräfte sich einrichten.

E. Sardisches Gesetz (Q. Sella).

Formelle Bezeichnung: Zwill.-Eb.: $p = {}^1/_2 o$; Drehung 180°.
Genetische Bezeichnung: Binder: $\rho_1 \rho_3$ mit $r'_4 r'_6$;
Bindezone: die Rhomboederzone b r o.

Wir können uns die Überführung von Krystall I in Stellung II wieder vorstellen durch Drehung in Zonenebene b r o resp. um deren Achse $a_1 a_4$, bis $\rho_1 \rho_3$ mit $r_4 r_6$ zusammenfällt. Das ist eine Drehung um $\measuredangle p_2 \pi_5 = 64° 50'$. Wir können danach auch schreiben:

Drehebene: Zone b r o
Drehachse: a
} Drehung: 64° 50'.

Noch anders:

Bindezone: b r o; Einschnappen von $\rho_1 \rho_3$ mit $r_4 r_6$.

In dieser letzteren Form dürfte das Genetische am besten getroffen sein.

Wir sehen auch bei diesem Gesetz, daß die formelle Zwillingsebene $p = {}^1/_2 o$ (oder $\pi = -{}^1/_2 o$) genetisch ohne Bedeutung ist. Sie ist eine beim Quarz seltene schwache Fläche. Binder sind nur die Hauptknoten b r ρ und die von ihnen gebildeten Zonen.

Ablesung aller Gesetze. Aus dem gnomonischen Bild Taf. II, Fig. 3 kann man leicht alle Zwillingsgesetze des Quarz ablesen.

Gruppe I. A. Ohne Drehung.

B. Drehung in Ebene der Prismenzone b b resp. um deren Pol o um 60°, d. h. bis zum Einschnappen von r mit ρ.

Gruppe II. C. Drehung um Achse b_2 bis zum Einschnappen von $\rho_1 r_6$ mit $\rho_3 r_4$. Drehung 84° 33' (Japaner Gesetz).

D. Drehung um Achse r_2 um 180° oder Drehung in Zonenebene b r o, resp. um deren Achse a_1 bis zum Einschnappen von r_2 mit ρ_5. Drehung 76° 46 (Grieserntal-Reichenstein-Gesetz).

E. Drehung in Zonenebene b r o, resp. um deren Achse a_1 bis zum Einschnappen von $\rho_1 \rho_3$ mit $r_6 r_4$. Drehung 64° 50 (Sardisches Gesetz).

Digitized by Google

Wir können alle diese Gesetze in eine kleine Tabelle übersichtlich zusammenfassen.

Zwillingsgesetze des Quarz.

Gruppe		Drehachse	Drehebene	Einschnappen	Drehwinkel	Name des Gesetzes	Autor
I.	A	—	—	—	—	—	—
	B	—	bb	alle r mit ρ	60° —	—	—
II.	C	b	—	$\rho_1 r_6$ mit $\rho_3 r_4$	84° 33	Japan	C. S. Weiß
	D	r	—	Zone bro; ρrs	180° —	Grieserntal	Gdt.
		—	bro	r_2 mit ρ_5	76° 46	Reichenstein	G. Rose
	E	—	bro	$\rho_1 \rho_3$ mit $r_6 r_4$	64° 50	Sardisches	Q. Sella

Die Tabelle zeigt als **einzige Binder** brρ und die daraus gebildeten Zonen. Betrachten wir das gnomonische Bild Taf. II, Fig. 3, so erkennen wir, daß durch obige Zwillingsgesetze **alle Möglichkeiten solcher Deckung erschöpft** sind. Ist diese Vorstellung richtig, so kennen wir die Zwillingsgesetze des Quarz bereits alle. Wir können auch unmittelbar ihre Rangordnung beurteilen.

Die **Rangordnung der Zwillingsgesetze** des Quarz ist A > B > C > D > E oder einfach ABCDE.

Daß Gruppe I (AB) festeren Verband hat als II (CDE) und dadurch höheren Rang, wurde bereits oben besprochen. Es bleibt noch die Rangordnung CDE zu untersuchen. Zur Beurteilung betrachten wir das gnomonische Bild Fig. 3, Taf. II, sowie die obigen Angaben über Deckflächen und Deckzonen.

Daß Gesetz C stärker ist als D und E ist klar. Denn bei C haben wir den starken Binder $b_2 b_4$ und die absolute Deckzone bsρrs. Bei D und E nur geringe Deckung.

Gesetz D dürfte stärker sein als E. Beide haben die gemeine Deckzone bro, die Rhomboederzone gemein. Außerdem hat D den wichtigen Deckpunkt r_2 und 2 weitere Deckzonen $b_1 r_2 \rho_3$ und $b_3 r_2 \rho_1$, E dagegen nur noch die 2 Deckpunkte ρ_1 mit r_6 und ρ_3 mit r_4. Zugunsten von D dürfte noch mitwirken, daß 2 Bildungsmöglichkeiten

Digitized by Google

vorliegen, wie im Text und in obiger Tabelle hervorgehoben wurde, bei E nur eine solche Möglichkeit.

Die **Häufigkeit** stimmt mit der Rangordnung überein. Für das einzelne Partikelpaar ist die Wahrscheinlichkeit einer Verwachsung nach einem Gesetz der Gruppe I fast so groß, wie die parallele Verwachsung. Für einen größeren Krystall ist sogar die Wahrscheinlichkeit, daß einzelne Teile in Zwillingsstellung sind größer, als daß alle Teile gleichartig, d. h. rechte oder linke und gleich gerichtet sind, so daß nicht manche ± 10 sich deckten.

Das Japaner Gesetz C ist von denen der Gruppe II weitaus das häufigste. Die beiden anderen sind große Seltenheiten. D ist nun wenigstens zum zweitenmal nachgewiesen (Reichenstein und Grieserntal). E dagegen ist, soweit ich finden konnte, nur einmal von Q. Sella beobachtet.

Unsichere Zwillingsgesetze. Außer den genannten Zwillingsgesetzen finden sich noch folgende angegeben:

Jenzsch (Pogg. Ann., 1867, 130, 590 und Taf. 9) 2 Gesetze:

1. Zinnwalder Gesetz: Zone bro gemeinsam; ∢ der Hauptachsen 38° 23 (halbe Drehung von Gesetz D);

2. Zwickauer Gesetz: Fläche b gemeinsam; ∢ der Hauptachsen 42° 18 (halbe Drehung von Gesetz C).

Beide Gesetze entbehren der inneren Wahrscheinlichkeit und bedürfen der Bestätigung, von der ich vermute, daß sie nicht gefunden wird.

Brown gibt $-\frac{5}{2}$o als Zwillingsebene. Die Verwachsung wird von Huntington und E. S. Dana als zufällige angesehen. Sie wurde oben pag. 165 besprochen.

E. Kaiser gibt (Min. Centralbl., 1900, 94) einen Zwilling mit der Zwillingsebene $-\frac{3}{4}$o. Es fallen bei den beiden vereinigten Individuen die Zonen bro zusammen. Die Hauptachsen bilden einen Winkel von 87° 10′. Es bleibt zu prüfen, ob hier nicht eine zufällige Verwachsung vorliegt.

Alle diese Verwachsungen zeigen eine gewisse Gesetzmäßigkeit. Gemeinsamkeit der Fläche b oder der Zone bro. Aber zum richtigen

Digitized by Google

Zwilling gehört mehr. Sie dürften zu den einflächigen (einachsigen) Verwachsungen zu rechnen sein. [1])

Schluß. Das Resultat der vorliegenden Untersuchungen ist von besonderer Wichtigkeit aus mehreren Gründen.

1. Es bestätigt die Sicherheit der Erkennung der Primärknoten aus den Zwillingsgesetzen eines Krystalles.

2. Es zeigt, daß nur wenige Hauptbinder die Zwillingsgesetze einer Krystallart bestimmen. [2])

3. Es eröffnet die Möglichkeit, auszusagen, welche Zwillingsarten wahrscheinlich sind. Damit geben sie ein Mittel, um beobachtete gesetzmäßige Verwachsungen auf ihre innere Wahrscheinlichkeit zu prüfen.

4. Die Zwillingsgesetze erhalten eine Rangordnung auf Grund der verschiedenen Zahl und Art der Deckflächen und Deckzonen. [3])

5. Wir erhalten Einblick in die Art der Verknüpfung heterogener Krystallarten (hier Quarz und Calcit) und erkennen für solche, daß dieselben Binder (Normalen der Hauptflächen), die die Partikel der gleichen Krystallart verknüpfen, ebenso durch Einrichten die heterogenen Partikel orientieren und zusammenhalten. Das ist sehr merkwürdig.

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Kryst., 1898, **29**, 382.

[2]) Vgl. Feldspat-Zwillingsgesetze. Zeitschr. f. Kryst., 1898, **29**, 368.

[3]) Bestätigung des für den Pyrit Gefundenen. Jahrb. f. Min., 1904, 2, 97.

Digitized by Google

IX. Berechnung der Positionswinkel φ ρ für veränderte Aufstellung.

Von **V. Goldschmidt** in Heidelberg.

(Mit 1 Textfigur.)

Der wichtigste Fall einer veränderten Aufstellung ist eine Vertauschung der rechtwinkligen Achsen. Für diesen Fall haben die Winkeltabellen des Verfassers vorgesorgt. Aus den dort gegebenen Winkeln $\varphi\rho\xi_0\eta_0\xi\eta$ lassen sich die $\varphi\rho\xi_0\eta_0\xi\eta$ für die veränderte Aufstellung unmittelbar ablesen. Jede andere Änderung der Aufstellung erfordert eine Umrechnung, die aber einfach und für alle Fälle die gleiche ist.

Allgemeiner Fall.

Jede Änderung der Aufstellung kann hergeleitet werden durch eine Drehung um den Pol C (Fig. 1) um einen $\sphericalangle\alpha$ und eine darauffolgende Umwälzung um die Achse BB um einen $\sphericalangle\beta$.

Bei Drehung um den Pol C um α^0 im $+$ Sinn, d. h. im Sinn des Uhrzeigers, ändern sich die ρ nicht. Aus den φ wird $\varphi+\alpha$, bei Drehung im umgekehrten Sinn $\varphi-\alpha$.

Bei Umwälzung um Achse BB um einen $\sphericalangle\beta$ ändern sich φ und ρ beide. Von den charakteristischen Winkeln $\xi_0\eta_0\xi\eta$ ändert sich dabei η nicht. Aus ξ_0 wird $\xi_0+\beta$ bei Umwälzung nach vorn, $\xi_0-\beta$ bei Umwälzung nach hinten.

Hieraus ergibt sich der Weg für die Rechnung.

Die **Aufgabe** lautet allgemein:

Gegeben: eine Fläche $F=pq$ mit den Positionswinkeln $\varphi\rho$.

Gesucht: die Positionswinkel $\varphi''\rho''$ der neuen Aufstellung.

Die Überführung in die neue Stellung sei definiert durch:

Drehung um $\sphericalangle\alpha$ um den Pol C, darauf

Digitized by Google

Umwälzung um $\measuredangle\beta$ um den neuen 0 Meridian BB.

Ist so die Bedeutung der Buchstaben definiert, so kann man kurz sagen:

Gegeben: $\varphi\rho\alpha\beta$.

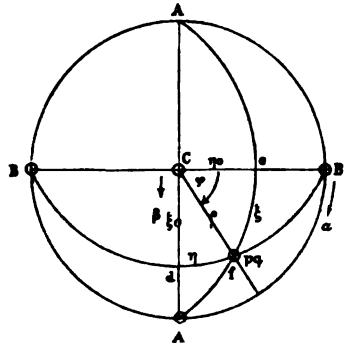
Gesucht: $\varphi''\rho''$.

Wir wollen die Formeln anschreiben und dann ableiten. Sie lauten:

I. $\begin{array}{|l} \operatorname{tg}\varphi'' = \sin(\xi_0' \pm \beta)\operatorname{ctg}\eta' \\ \cos\rho'' = \cos(\xi_0' \pm \beta)\cos\eta' \end{array}$ worin: II. $\begin{array}{|l} \operatorname{tg}\xi_0' = \sin(\varphi \pm \alpha)\operatorname{tg}\rho \\ \sin\eta' = \cos(\varphi \pm \alpha)\sin\rho \end{array}$

In dem oben S. 161 und 185 berechneten Beispiel: Quarz. Projektion auf $r = 10$ ist $\alpha = 90°$; $\beta = -51° 47'$.

Fig. 1.



Ableitung der Formeln. Wir haben es mit 3 Aufstellungen zu tun.

1. Anfangs Aufstellung mit den charakteristischen Winkeln: $\varphi\rho\xi_0\eta_0\xi\eta$;
2. Aufstellung nach Drehung um $\measuredangle\alpha$ mit den Winkeln: $\varphi'\rho'\xi_0'\eta_0'\xi'\eta'$;
3. Aufstellung nach Umwälzung um $\measuredangle\beta$ mit den Winkeln: $\varphi''\rho''\xi_0''\eta_0''\xi''\eta''$.

In den Winkeltabellen des Verfassers sind für jede bekannte Form jeder Mineralart außer den $\varphi\rho$ auch die $\xi_0\eta_0\xi\eta$ angegeben. Findet also Umwälzung um eine der Achsen BB oder AA der ursprünglichen Aufstellung statt, so finden wir die $\xi_0'\eta'$ für Formel I bereits ausgerechnet. Denn es ist dann $\xi_0' = \xi_0$; $\eta' = \eta$.

Geschieht vor der Umwälzung eine Drehung um $\measuredangle\pm\alpha$, so sind die Winkel $\xi_0'\eta'$ nicht mehr direkt aus der Winkeltabelle abzulesen. Vielmehr haben wir jetzt für jede Fläche:

$$\varphi' = \varphi \pm \alpha \quad \rho' = \rho.$$

Daraus berechnet man die zugehörigen $\xi_0'\eta'$ nach der Formel:

$\begin{array}{|l} \operatorname{tg}\xi_0 = \sin\varphi\operatorname{tg}\rho \\ \sin\eta = \cos\varphi\sin\rho \end{array}$ oder speziell: $\left.\begin{array}{|l} \operatorname{tg}\xi_0' = \sin\varphi'\operatorname{tg}\rho' = \sin(\varphi \pm \alpha)\operatorname{tg}\rho \\ \sin\eta' = \cos\varphi'\sin\rho' = \cos(\varphi \pm \alpha)\sin\rho \end{array}\right\}$ II.

Diese Formeln für $\operatorname{tg}\xi_0$ und $\sin\eta$ kann man unmittelbar aus dem sphärischen Dreieck dfC (Fig. 1) ablesen.

Digitized by Google

Schema und Beispiel. Quarz-Projektion auf r = 10.

Buchstabe	φ	φ′= ρ + 90°	ρ′=ρ	$\frac{\lg\sin\varphi'}{\lg\operatorname{tg}\rho'}$ / $\frac{\lg\cos\varphi'}{\lg\sin\rho'}$	$\frac{\lg\operatorname{tg}\xi_0'}{\lg\sin\eta'}$	$\frac{\xi_0'}{\eta'}$	$\frac{\xi_0''=}{\xi_0'-51°47}$ $\eta''=\eta'$	$\frac{\lg\sin\xi_0''}{\lg\operatorname{ctg}\eta''}$ / $\frac{\lg\cos\xi_0''}{\lg\cos\eta''}$	$\lg\operatorname{tg}\varphi''$ / $\lg\cos\rho''$	$\frac{\varphi''}{\rho''}$
b_1	$\bar{6}0°$ —	30° —	90° —	969 897 ∞ 993 753 0	∞ 993 753	90° — 60° —	38° 13 60° —	979 144 976 144 989 524 969 897	955 288 959 421	19° 39 66° 52
b_2	0° —	90° —	90° —	—	—	90° — 90° —	38° 13 90° —	—	—	90° — 38° 13
b_3	symmetrisch b_1; läßt sich unmittelbar anschreiben:									160° 21 66° 52
ρ_1	$\bar{6}0°$ —	30° —	51° 47	969 897 010 381 993 753 989 524	980 278 983 277	32° 25 42° 52	$\bar{1}9°$ 22 42° 52	952 063 003 225 997 470 986 501	955 288 983 971	19° 39 46° 16
ρ_3	symmetrisch ρ_1; läßt sich unmittelbar anschreiben:									160° 21 46° 16
r_2	läßt sich unmittelbar anschreiben:									— 0° —
x_3	8° 57	98° 57	81° 57	999 468 084 946 $\bar{9}19$ 193 999 570	084 414 $\bar{9}18$ 763	81° 51 $\bar{8}°$ 51	30° 04 $\bar{8}°$ 51	969 984 $\bar{0}80$ 771 993 724 999 480	$\bar{0}50$ 755 993 204	107° 16 31° 13 usw.

Digitized by Google

Sind somit für die zweite Aufstellung $\xi_0' \tau_i'$ bekannt, so haben wir für die dritte Aufstellung unmittelbar:

$$\xi_0'' = \xi_0' \pm \beta; \quad \eta'' = \eta'.$$

Will man aus diesen $\xi_0'' \eta''$ die zugehörigen $\varphi'' \rho''$ der dritten Aufstellung haben, so berechnen sich diese nach den Formeln:

$$\boxed{\begin{array}{l} \operatorname{tg}\varphi = \sin\xi_0 \operatorname{ctg}\tau_i \\ \cos\rho = \cos\xi_0 \cos\eta \end{array}} \text{ oder speziell: } \boxed{\begin{array}{l} \operatorname{tg}\varphi'' = \sin\xi_0'' \operatorname{ctg}\eta'' = \sin(\xi_0' \pm \beta)\operatorname{ctg}\eta' \\ \cos\rho'' = \cos\xi_0'' \cos\tau_i'' = \cos(\xi_0' \pm \beta)\cos\tau_i' \end{array}} \Bigg\} \text{ I.}$$

Auch diese Formeln lassen sich unmittelbar aus dem sphärischen Dreieck d f C (Fig. 1) ablesen.

Schema und Beispiel. Quarz. Projektion auf $r = 10$. Drehung $\alpha = 90°$, $\beta = -51° 47$, wegen der Winkel φρ der Einzelfläche vgl. die Winkeltabellen und das gnomonische Bild Fig. 3, Taf. II.

Sind nach diesem Schema die Winkel $\varphi'' \rho''$ der neuen Aufstellung für Krystall I berechnet, so ergeben sie sich für den anderen Krystall durch Drehung des Bildes um 180°, d. h. es wird für Krystall II $\varphi = 180 + \varphi''$; $\rho = \rho''$.

(Ausrechnung S. 185.)

Digitized by Google

X. Cordierithornfels aus dem Kontakthofe von Rican, s. ö. von Prag.

Von **A. Pelikan** (Prag).

Die nachstehenden Bemerkungen sollen nur eine Ergänzung zu der ausführlichen Beschreibung des Ricaner Kontakthofes darstellen, die von Katzer teils im Jahrbuche d. g. R. 1888, teils in den Verhandlungen (Juli 1904) publiziert worden ist. Es handelt sich um den Cordierithornfels, dessen von Katzer besonders in der letztgenannten Arbeit mehrfach Erwähnung getan wird, ohne daß aber eine ausführlichere Beschreibung gegeben wurde. Da ich nun gelegentlich einer Exkursion, die ich mit meinen Hörern im Frühjahre 1904 in dieses wirklich hochinteressante Gebiet unternommen habe, ein Hornfelsvorkommen auffand, das von Katzer nicht erwähnt wird, und dasselbe etwas genauer studierte, so dürfte es nicht unangebracht sein, hier in Kürze darüber zu berichten, um so mehr als dieses Vorkommen seiner Beschaffenheit nach mit keinem der von Katzer erwähnten völlig übereinzustimmen scheint.[1])

An der Straße von Gr.-Tehov nach Světitz liegen zwei große Blöcke, die zwei Abarten von Cordierithornfels repräsentieren. Der eine A besitzt bei rein massiger Ausbildung eine deutlich porphyrische Struktur. Die Grundmasse ist außerordentlich fein krystallinisch, dunkelgrau, uneben brechend und infolge massenhaft vorhandener Glimmerschüppchen silbrig schimmernd. In dieses Grundaggregat

[1]) Eine vorläufige Notiz wurde bereits im Anhange an einen Exkursionsbericht in den „Mitteil. des akad. Vereines deutscher Naturhistoriker in Prag", Juni 1904 veröffentlicht.

Digitized by Google

sind zahlreiche, fast schwarze Cordierite, in Form und Größe Getreidekörnern ähnlich, eingebettet. Schärfer ausgebildete Krystalle finden sich verhältnismäßig selten und liefern dann mehr oder minder gut umgrenzte Sechsecks-Querschnitte. Die meisten Individuen sind aber gerundet und besitzen infolgedessen die Form gedrungener Spindeln. Abgesehen von der Größe, erinnern sie durch ihre dunkle Farbe und den ebenen, schwach fettglänzenden Bruch an manche als „harter Fahlunit" bekannte Vorkommen des Cordierits.[1])

Bei dem zweiten Blocke B ist das Korn merkbar gröber als bei dem ersten, der krystalline Charakter der Grundmasse also deutlicher, der Bruch splittrig und die dunkle Farbe mit einem deutlichen Stich ins Braune versehen, der besonders auffallend an den halb losgelösten Splitterchen des Bruches hervortritt. Dabei treten aber hier die Cordierit-Idioblasten stark zurück und das Gestein läßt auf der verwitterten Oberfläche Merkmale einer ehemaligen Schichtung erkennen. Die einzelnen Lagen haben Dicken von 1 *cm* bis etwa 10 *cm*, wie man sie bei sehr feinkörnigen schiefrigen Sandsteinen so häufig antrifft.

Das Grundaggregat der Modifikation A besteht hauptsächlich aus Quarzkörnern, denen auch Feldspat beigemengt ist. Ein diesbezüglicher Ätz- und Färbeversuch hat ein überzeugendes Resultat allerdings nicht geliefert, doch gibt die Analyse begründeten Anlaß, Orthoklas im Grundaggregate zu vermuten. Deutlich erkennbar sind dagegen die sehr spärlich erscheinenden Plagioklase, von denen es mir aber nicht ganz sicher erscheint, ob sie nicht aus dem früheren Mineralbestande herübergenommen worden sind. Dem Grundaggregate regellos eingestreut sind Biotitschüppchen (max. 0·5 *mm*), an denen die unvollkommene Raumerfüllung auffällt; sie erscheinen siebartig durchlöchert, umschließen in der Regel Quarzkörner des Grundaggregates und beherbergen als Einschlüsse Zirkonsäulchen, die von pleochroitischen Höfen umschlossen werden. Auch der Muscovit gehört nicht gerade zu den seltenen Gemengteilen, aber seine Verteilung im Gesteine ist eine wesentlich andere als beim Biotit: er ordnet sich meist in Zügen an, die in der Umgebung der Cordierite zu finden sind.

---

[1]) Gareiss, Über Pseudomorphosen nach Cordierit. Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitt., XX, pag. 22.

Digitized by Google

Als Andalusit sind wohl jene nicht sehr zahlreichen, unregelmäßig gelappten und noch weit stärker, als es beim Biotit der Fall ist, lückenhaft ausgebildeten Individuen zu betrachten, die bei hoher Lichtbrechung durch geringe Doppelbrechung sich auszeichnen. Die Auslöschung geht parallel den Spaltrissen und die ganze Art des Auftretens ähnelt durchaus jener des Andalusits in den Kontaktprodukten der Schiefer von Barr-Andlau.

Ferner ist ein, offenbar dem Pennin sehr nahestehendes Mineral vorhanden, das unregelmäßig begrenzte Lamellen bildet, die blaßgrün gefärbt sind und ganz schwachen Pleochroismus besitzen. Der Brechungsexponent ist etwas höher als bei Quarz, die Doppelbrechung schwach bis herab an die Grenze der Wahrnehmbarkeit.

Ganz vereinzelt trifft man Säulchen von Turmalin.

Der Apatit, dessen Vorhandensein durch die Analyse angezeigt wird, ist nur selten gut zu erkennen, er verbirgt sich unter den zahlreichen winzigen Säulchen und Körnchen, deren Natur auf optischem Wege nicht bestimmt werden kann.

Von Erzen sind vorhanden: Pyrit und Magnetit; ersterer unregelmäßige Körner bildend und an seiner Farbe im auffallenden Lichte leicht zu erkennen, letzterer in unregelmäßigen Körnern, zuweilen aber auch in quadratischen und hexagonalen Durchschnitten erscheinend.

Was endlich das mikroskopische Bild des Cordierit anlangt, so erscheint derselbe in prachtvollen Durchdringungsdrillingen, die den schönsten derartigen Bildungen in nichts nachstehen.

Die Modifikation B enthält im wesentlichen wohl die gleichen Gemengteile, jedoch in anderen Mengenverhältnissen. Der Cordierit tritt zurück, seine Durchschnitte zeigen die Drillingsbildung weniger deutlich und die Körner des Grundaggregates sind groß genug, um im Dünnschliffe stellenweise recht deutliche Pflasterstruktur zu entwickeln.

Da nur von der Modifikation A ein genügend großes Handstück zur Verfügung stand, so konnten auch nur von dieser Analysen ausgeführt werden, deren Ergebnisse im nachstehenden mitgeteilt werden. Die Zahlen I sind die Mittelwerte dreier gut stimmenden Analysen, von denen zwei durch Herrn Stud. phil. H. v. Lendenfeld, eine durch den Autor ausgeführt wurden.

Digitized by Google

	I	II	III
SiO_2	56·52	56·91	55·75
P_2O_5 . . .	0·70	Sp.	
Al_2O_3 . . .	23·38	24·46	17·87
Fe_2O_3 . . .	8·02	7·42 + 0·49 FeO	9·07
CaO	1·89	0·59	1·14
MgO . . .	3·26	1·29	5·81
Na_2O . . .	0·97	0·24	1·12
K_2O	3·72	4·42	2·97
Glühverlust .	1·98	3·98	5·26
	100·44		

Unter II steht eine Analyse des sogenannten Burgsandsteines von Bondersbach bei Zirndorf, unfern Nürnberg nach Rosenbusch, Elemente, 2. Aufl., pag. 406, Analyse 20. Sie läßt unzweideutig erkennen, daß unser Hornfels ganz gut aus einem ähnlichen Gesteine entstanden sein kann. Von einem anderen Vorkommen aus dem Ricaner Kontakthofe, einem „körnigen, quarzreichen Gesteine, das reich ist an blauviolettem Cordierit“ (Verhandl. R. A. 1904, 234) meint Katzer, es hätte das Gepräge „hochmetamorphosierter Grauwackensandsteine“, eine Vermutung deren Zulässigkeit durch unsere Analyse jedenfalls gestützt wird. Andrerseits darf aber doch nicht übersehen werden, daß die durch die Analyse dargestellte Zusammensetzung ebenso gut, vielleicht sogar noch besser auf einen Tonschiefer bezogen werden kann, wie die unter III angeführte Analyse eines Tonschiefers von Danville zeigt. (Nach Rosenbusch, Elemente, pag. 442, Nr. 16.) Gegen die Annahme eines typischen Tonschiefers spricht wohl die Dicke der Lagen im Blocke B und so mag denn als das wahrscheinliche Muttergestein unseres Hornfelses ein dem Tonschiefer nahestehender, dünnspaltiger Sandstein angenommen werden. Zufällig stehen auch alle Zahlen der Analyse I (ausgenommen jene für CaO und den Glühverlust) zwischen jenen von II und III. Die ursprünglich in Aussicht genommene Ausdehnung der Untersuchung auf mitvorkommende Gesteine mußte aufgegeben werden, da keiner der Studierenden die für chemische Analysen notwendige Zeit aufzuwenden vermag. Vielleicht kann die Sache später einmal in Angriff genommen werden.

Prag, Ostern 1905.

Digitized by Google

XI. Optische Orientierung des Labradors von Labrador.

Von **Wladimir Luczizky.**

(Mit einer Textfigur.)

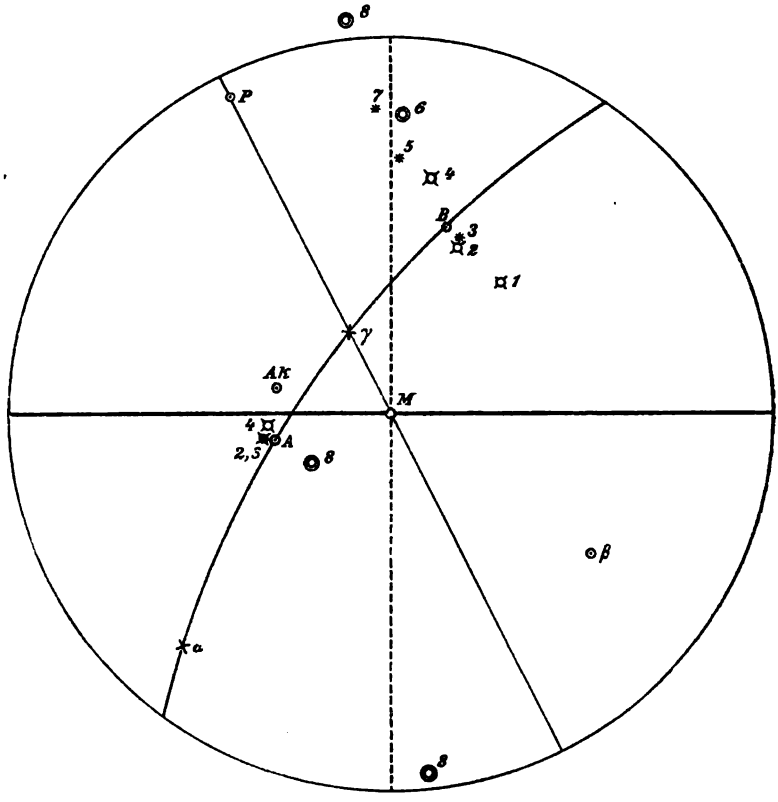
Während die optische Orientierung der saureren Glieder der Plagioklase jetzt, dank den Arbeiten von Fedorow, Michel-Lévy, Becke, Tertsch, ziemlich gut bekannt ist, sind weniger zahlreiche Angaben für die optische Orientierung der basischeren Glieder vorhanden. Die optische Orientierung des Labradors von der Zusammensetzung, die $Ab_1 An_1$ nahe steht, wurde von Michel-Lévy und Fedorow ermittelt und ihre Angaben stehen für diesen Plagioklas einander sehr nahe; doch schien es interessant, diese Angaben durch die genauere Methode von Becke zu kontrollieren, da für die anderen Plagioklase die Angaben dieser beiden Forscher ziemlich weit voneinander abweichen und die Übereinstimmung bei dem Labrador $Ab_1 An_1$ auch einem Zufall zugeschrieben werden kann.

Auf Anregung von Prof. Fr. Becke habe ich in seinem Institut die Untersuchung der optischen Orientierung bei dem Labrador von Labrador durchgeführt, und sei es mir gestattet, an dieser Stelle meinen innigsten Dank Herrn Prof. Fr. Becke für die tatkräftige Unterstützung bei der Ausarbeitung auszusprechen.

Das ziemlich große Spaltungsstück des zur Untersuchung gelangten Labradors stammt aus der Sammlung des mineralogischen Institutes der Wiener Universität, das mir liebenswürdig von dem Vorstand, Herrn Prof. Fr. Becke, anvertraut war. Es trägt die Inv. Nr. 5467.

Digitized by Google

Fig. 1.



⌑ 1: Andesin $Ab_5 An_3$ (Michel-Lévy).
⌑ 2: Labrador $Ab_3 An_1$ (Michel-Lévy).
✱ 3: Labrador aus Labrador (Fedorow).
⌑ 4: Labrador $Ab_2 An_3$ (Michel-Lévy).
✱ 5: Labrador-Bytownit (Fedorow).
◎ 6: Bytownit, Närödal (Becke).
✱ 7: Bytownit (Fedorow).
◎ 8: Anorthit (Becke).

Die Farbe des Minerals war ziemlich dunkelgrau mit dem schönen wohlbekannten blauen Farbenspiel auf der Fläche M (010), die eine vollkommene Spaltbarkeit zeigte; parallel der Fläche P (001)

Digitized by Google

geht die Richtung der besseren Spaltbarkeit und auf dieser ist eine feine Lamellierung nach dem Albitgesetze deutlich zu sehen; seltener sind auch Periklinlamellen vorhanden, die auf der Fläche M (010) einen Winkel mit der Kante PM bilden, der -3^0 nahekommt.

Für die Ermittlung der Zusammensetzung des Plagioklases wurden die Messungen der Auslöschungsschiefen auf den Flächen P (001) und M (010) in der seit Max Schuster üblichen Art ausgeführt, die folgende Resultate ergaben:

Auslöschungsschiefe auf P (001)	-6^0
„ „ M (010)	-18^0

was nach den Angaben von Max Schuster auf einen etwas basischeren Plagioklas führt als $Ab_1 An_1$, nämlich, nach seiner Tabelle auf $Ab_{47} An_{53}$.

Zur Ermittlung der krystallographischen Lage der optischen Achsen A und B wurde eine Reihe von Präparaten angefertigt, indem ich unter der Benutzung der Angaben von Michel-Lévy[1]) für den Labrador $Ab_1 An_1$ zuerst an den Spaltungsstücken Flächen womöglich nahe senkrecht zur Achse A, resp. zur Achse B mit Hilfe des Parallelschleifers von Fueß angeschliffen, poliert und ihre Lage am einkreisigen Goniometer genau bestimmt habe. Mit diesen polierten Flächen wurden die Spaltungsstücke wieder auf den Fueßschen Parallelschleifer angeklebt und dünn abgeschliffen. Nach dem Aufkleben dieser dünnen Schnitte mit den gemessenen Flächen nach oben auf dem Objektträger wurde nötigenfalls der Winkel zwischen den Normalen zum Glas und zur Oberfläche des Schnittes selbst, wie auch das Azimut zur Trasse der Fläche M (010) gemessen und die entsprechende Korrektur in die Berechnung einbezogen.

Orientierung der Achse A.

Für die Ermittlung der Lage der Achse A wurden zwei Präparate benutzt, bei denen die Lage der angeschliffenen oberen Flächen durch folgende Winkel bestimmt war.

---

[1]) A. Michel-Lévy, Étude sur la détermination des Feldspats. Paris 1894, T. V.

Digitized by Google

Im ersten Präparat:

$$s : P\,(001) = 56^{\circ}\,55'; \quad s : M\,(010) = 41^{\circ}\,38'.$$

Im Konoskop erkennt man, daß die Achse A im Gesichtsfeld liegt, obwohl ziemlich nahe zum Rand.

Im zweiten Präparat:

$$s : P\,(001) = 71^{\circ}\,26'$$
$$s : M\,(010) = 41^{\circ}\,22'$$

Die Achse A liegt in diesem Schnitte sehr nahe der Mitte des Gesichtsfeldes.

Korrekturen für die Abweichung der Normale des Schnittes von der Glasnormale:

	I. Präparat	II. Präparat
Azimut zur Trasse M (010) . . .	$+12^1/_2{}^{\circ}$	0°
Zentraldistanz	$45'$	0°

Mit Hilfe der Camera lucida und des drehbaren Zeichentisches wurde nach der Methode von Becke die Lage der Achse, wie auch die Trasse der Fläche M (010) auf das Zeichenblatt eingetragen, wobei die Fehler der Zentrierung durch das Drehen des Tisches, dann des Präparates selbst um 180° ausgeglichen wurden.

Auf diese Weise wurde die Lage der Achse A wie folgt bestimmt:

	I	II
Azimut zur Trasse M (010) . . .	$+89^1/_2{}^{\circ}$	$+49^{\circ}\,40'$
Zentraldistanz	$22^{\circ}\,30'$	$10^{\circ}\,45'$

Daraus berechnen sich graphisch folgende sphärische Koordinaten für die Achse A.

		I	II	Mittel
A	φ	-55°	-56°	$-55^{\circ}\,30'$
	λ	$+78^{\circ}$	$+77^{\circ}$	$+77^{\circ}\,30'$.

Orientierung der Achse B.

Für die Ermittlung der Lage der Achse B dienten auch zwei Platten, deren Oberfläche durch folgende Winkel gegeben war:

Digitized by Google

Erste Platte:

$$s:P\,(001) = 46^\circ 55' \quad s:M\,(010) = 62^\circ 28'.$$

Zweite Platte:

$$s:P\,(001) = 49^\circ 56' 30'' \quad s:M\,(010) = 61^\circ 15'.$$

In den beiden Platten war im Konoskop die Achse B nahe der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbar.

Die Korrekturen für die Divergenz der Platten- und Glas-normalen sind die folgenden:

	I	II
Azimut zur Trasse M (010) . . .	+ 14°	+ 43°
Zentraldistanz	35′	2° 30′

Nach derselben Methode, wie für die Achse A, wurden für die Achse B folgende Werte gefunden:

	I	II
Azimut	+ 91° 10′	+ 86°
Zentraldistanz	8°	7°

Daraus ergibt sich:

		I	II	Mittel
B	φ	+ 36°	+ 34°	+ 35°
	λ	+ 16°	+ 17°	+ 16° 30′

Die Lage der beiden Mittellinien und der optischen Normale berechnen sich:

	φ	λ
γ (I Mittellinie)	+ 63°	— 26°
β (Optische Normale) . . .	— 24°	— 54½°
α (II Mittellinie)	— 11½°	+ 41°

Zur Kontrolle der gefundenen Lage der Achsen A und B wurde eine Reihe von Messungen ausgeführt und die Ergebnisse dieser Messungen mit den aus der Lage der optischen Achsen berechneten Werten verglichen.

Auslöschungsschiefe auf P (001):

berechnet . . — 6°; gemessen . . — 6°.

Auslöschungsschiefe auf M (010):

berechnet . . — 17°; gemessen . . — 18°

Digitized by Google

Auslöschungsschiefe im Schnitt $\perp$ M P:

berechnet . . $+27^1/_2{}^0$; gemessen . . $+28^0$

Auslöschungsschiefe im Schnitt senkrecht γ:

berechnet . . $26^1/_2{}^0$; gemessen . . $25^1/_2{}^0$.

Die Auslöschungsrichtungen stimmen somit mit den berechneten ziemlich gut überein.

Aus der Orientierung der optischen Achsen folgt der Achsenwinkel um die positive Mittellinie:

$$2V = 75^0 45'$$

Um diese Größe zu kontrollieren, habe ich im Schneiderschen Achsenwinkelapparat den Achsenwinkel in einer Platte, die senkrecht zur Mittellinie γ geschnitten war, im Na-Licht gemessen:

$$2H_{gl} = 82^0 48'.$$

Daraus berechnet sich, da der Brechungsexponent des Glases in dem Apparat gleich 1·524 war, der wahre Achsenwinkel:

$$2V = 76^0 0'.$$

Zuletzt wurden noch die Brechungsexponenten mit Hilfe des Abbe-Pulfrichs Halbkugelrefraktometers an einer Platte, die parallel M (010) hergestellt und sehr gut poliert war, gemessen.

Als Mittel nach der Drehung um 180° wurden im Na-Licht folgende Winkel beobachtet:

Maximum	der	oberen Kurve	55° 46′ 30″
„	„	unteren „	55° 31′ 8″
Minimum	„	„ „	55° 21′ 37″

Daraus folgt, daß die Brechungsindizes bei dem Brechungsexponent des Glases 1·8904, durch folgende Zahlen ausgedrückt werden:

$$\gamma = 1{\cdot}5632$$
$$\beta = 1{\cdot}5583$$
$$\alpha = 1{\cdot}5553$$
$$\gamma - \alpha = 0{\cdot}0079;\ \gamma - \beta = 0{\cdot}0049;\ \beta - \alpha = 0{\cdot}0030.$$

Mit Hilfe des Kompensators von Babinet wurde in der Platte senkrecht zur γ die Größe $\beta - \alpha$ gleich 0·0032 gefunden.

Digitized by Google

Nach den wohlbekannten Formeln ließ sich der Achsenwinkel um γ, als erste Mittellinie, als gleich

$$2\,V = 76^{0}\,18'$$

berechnen.

Die Messungen stimmen somit sehr gut mit den Berechnungen überein.

Vergleichen wir die von mir gefundene optische Orientierung des Labradors mit den Angaben von Fedorow[1]) und Michel-Lévy[2]), so zeigt sich folgendes (Fig. 1, pag. 192):

Beim Vergleich der Lage der Achse B sehen wir, daß in meinem Fall die Achse B jener der basischeren Plagioklase näher liegt, als nach Michel-Lévy und von Fedorow, was auch mit den Größen der Auslöschungswinkel vollkommen übereinstimmt, da Fedorow bei seinem Labrador aus Labrador eine Auslöschungsschiefe auf M (010) gleich — $15^{1}/_{2}^{0}$ gefunden hat; aus der Orientierung des Plagioklases bei Michel-Lévy ermittelt sich die Auslöschungsschiefe auf M (010) — 14^{0}, auf P (001) — 5^{0}, was dem Labrador von Ojamo nahe steht (— 16^{0}, respektive — 5^{0} nach M. Schuster). Auch Fouqué gibt für den von Michel-Lévy berechneten Labrador eine Auslöschungsschiefe im Schnitt senkrecht zu γ 20^{0}, d. i. eine kleinere als in meinem Fall.

Jedenfalls liegt die Achse B sehr gut in der Reihe der anderen Plagioklase, wie aus der nebenliegenden Projektion hervorgeht.

Was die Lage der Achse A betrifft, so liegt sie nach meiner Bestimmung merklich weiter von der Prismenzone, als bei den früher bekannten Orientierungen.

Mit dieser Lage ist auch der Winkel zwischen den optischen Achsen A in einem Karlsbader Zwilling verknüpft. Aus der Orientierung Michel-Lévys würde dieser Winkel $A_1A_2 = 12^{0}$ folgen; aus meiner der etwas größere $A_1A_2 = 14^{0}$. Für den basischen Labrador Ab_2An_3 (Tab. VI) bekommt man nach Michel-Lévy einen noch viel kleineren Wert, nämlich $A_1A_2 = 6^{0}$. Beim Anorthit ist dieser Winkel viel größer: $A_1A_2 = 28^{0}$. Wie H. Prof. Becke mir

---

[1]) E. Fedorow, Universal-(Theodolith)-Methode in der Mineralogie und Petrographie, II. Teil. Zeitschr. f. Krystall., Bd. XXII, 1894, pag. 254—255.

[2]) Michel-Lévy, loc. cit.

Digitized by Google

freundlich mitteilt, hat er kleinere Winkel als 12° in Karlsbader Zwillingen basischer Labradore nie gefunden.

Zusatz während der Korrektur: Der kürzlich erschienene 2. Teil von Rosenbusch-Wülfing, Mikroskop. Physiographie der Minerale, enthält eine Bestimmung der Orientierung des Labrador von St. Paul von Prof. E. A. Wülfing nach seiner eigenen Methode ausgeführt. Die Orientierung stimmt mit der hier mitgeteilten sehr genau überein:

	Luczizky	Wülfing		Luczizky	Wülfing
A.	$\lambda + 77°30'$	76°	*B.*	$\lambda + 16°30'$	15°
	$\varphi - 55°30'$	56°		$\varphi + 35°$	35°

Digitized by Google

XII. Kontraktionsfiguren und regelmäßige Kontraktionsrisse

beim Behandeln von Zeolithen mit Säuren.

Von F. Cornu.

(Mit Tafel III und 8 Textfiguren.)

Einleitung.

Bei einem Versuche, an Spaltblättchen des Zeophyllits von Großpriesen (|| der Fläche 0001) mittelst verdünnter Salzsäure Ätzfiguren zu erzeugen, zeigten sich außer den durch die Ätzung erhaltenen trisymmetrischen Gestalten auch dreistrahlige Risse, die bei oberflächlicher Betrachtung unter dem Mikroskope leicht mit den Ätzerscheinungen verwechselt werden können, bei näherer Untersuchung sich jedoch als Gebilde anderer Natur erweisen.

Sehr dünne Blättchen des Minerals, die bei der Behandlung mit Säure in Häutchen von wasserhaltiger Kieselsäure umgewandelt worden waren, was einerseits durch ihre vollkommene Isotropie unter gekreuzten Nicols, andrerseits auch durch die chemische Untersuchung nachweisbar war, ließen (in Wasser aufgehellt) bei Anwendung starker Vergrößerungen erkennen, daß die unter Winkeln von 120° sich schneidenden Strahlen sehr regelmäßigen Rissen entsprechen, welche mit der Symmetrie des ursprünglichen Minerals in vollkommenem Einklang stehen.

Es konnte dann weiterhin die Entstehung dieser Risse beim Eintrocknen der feuchten Häutchen von Kieselsäure unter dem Mikroskop beobachtet werden. Kurze Zeit später hatte ich Gelegenheit, an Spaltblättchen des Apophyllits von Aussig gleichfalls bei dem Versuche, Ätzfiguren mittelst Salzsäure hervorzurufen, dasselbe Phänomen, nämlich das Auftreten von Rißfiguren, die der tetragonalen

Digitized by Google

Symmetrie des Apophyllits entsprechen, in „statu nascendi“ wahrzunehmen.

Auf Anregung meines verehrten Lehrers Herrn Prof. F. Becke sah ich mich veranlaßt, den interessanten Gegenstand auf experimentellem Wege näher zu verfolgen und verschiedene Zeolithe in die Untersuchung einzubeziehen.

Es sei übrigens an dieser Stelle bemerkt, daß bereits Herr F. Rinne[1]) auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht hat, die zwar mit den von mir beobachteten symmetrischen Rissen, für die ich den Namen „Kontraktionsfiguren“ in Vorschlag bringen möchte, in Zusammenhang steht, jedoch keineswegs damit identisch ist.

Herr Rinne erwähnt, daß sich die mechanische Beanspruchung, die die Zeolithpräparate infolge der chemischen Umwandlung beim Behandeln mit Salzsäure erleiden, durch das Auftreten zahlloser mikroskopisch wahrnehmbarer, maschiger Sprünge äußere, die die Platten in meist unregelmäßiger Weise durchzögen. In einer Fußnote wird weiter bemerkt, daß sich „auf Plättchen von Desmin nach dem seitlichen Pinakoid ziemlich regelmäßig ein System von Rissen zeigt, etwa parallel zu den benachbarten Prismenkanten oder ein wenig steiler geneigt, während die Zerteilung der zwischen diesen Parallelrissen liegenden Streifen in Maschen unregelmäßiger verläuft“.

Meine Versuche nun haben ergeben, daß diejenigen Zeolithe, welche bei der Zersetzung durch Säuren eine schleimige Haut von Kieselsäure hinterlassen, für die Hervorrufung der Kontraktionsfiguren geeigneter sind als die, welche eine feste Kieselsäure abscheiden. Für diese letzteren sind die regelmäßigen Rißsysteme charakteristisch.

Es gilt also hier gerade das Umgekehrte wie von den schönen Untersuchungen von Rinne über die optischen Eigenschaften der Zeolithkiesel, für welche sich nur die Zeolithe eigneten, die bei der Zersetzung eine mehr kompakte Kieselsäure abscheiden.

Versuchsanordnung.

Nach der zufälligen Auffindung der Kontraktionsfiguren an Apophyllitspaltblättchen wollte es mir eine Zeitlang nicht gelingen, die Erscheinung von neuem hervorzurufen. Aus diesem Grunde wurde

[1]) F. Rinne, Die Lockerung des Krystallgebäudes der Zeolithe unter dem Einflusse von Salzsäure. Zentralbl. f. Min. etc., 1902, pag. 594 ff.

Digitized by Google

eine Reihe von Versuchen (am Apophyllit) angestellt, um die Bedingungen kennen zu lernen, unter denen sich die Risse bilden. Es schien von vornherein wahrscheinlich, daß die Entstehung der Figuren von folgenden zwei Hauptmomenten abhängig sein werde:

1. von der Konzentration der Säurelösung,
2. von der Zeitdauer der Einwirkung.

Ich konnte nun auf Grund planmäßig angestellter Versuche feststellen, daß die Bildung der Figuren besonders dann in hervorragend schöner Weise auftritt, wenn man ganz verdünnte Säure längere Zeit (etwa 24 Stunden) auf die Spaltblättchen einwirken läßt. Außerdem zeigte sich, daß noch ein drittes Moment nicht außer acht gelassen werden darf: die Gefäße, in denen sich die Blättchen befinden, dürfen keinen größeren Erschütterungen ausgesetzt werden. Unter Beobachtung dieser Umstände bildet sich nämlich eine sehr dünne und gleichmäßige Kieselsäurehaut, die den Blättchen unter dem Wasser ein perlmutterartiges Aussehen verleiht. Es ist darauf zu achten, daß der Prozeß der Zersetzung noch nicht so weit vorgeschritten ist, daß Kieselsäureflocken in der Säure schwimmen. In diesem Falle (oder wenn wir konzentrierte Säure kurze Zeit einwirken lassen) erscheinen an Stelle der stets sehr kleinen Kontraktionsfiguren große Risse, die allerdings auch noch mit den Symmetrieverhältnissen des Ursprungsminerals übereinstimmen, also eine der von Herrn Rinne am Desmin zuerst beobachteten analoge Erscheinung.

War die Säure zu konzentriert, so erhalten wir keine einheitliche SiO_2-Haut, sondern eine formlose Kieselgallerte.

Es soll übrigens hervorgehoben werden, daß ein jeder Zeolith bei der Prüfung auf Kontraktionsfiguren eine etwas modifizierte Behandlung erfahren muß, je nach seiner leichten oder schweren Zersetzbarkeit durch das angewandte „Lockerungsmittel seines Krystallbaues".

Ferner erscheint es mir von Wichtigkeit, darauf aufmerksam zu machen, daß sich nur solche Zeolithvorkommen zu den Versuchen eignen, deren Spaltbarkeit nicht durch Wachstumserscheinungen oder andere Verhältnisse gestört ist; ein Mangel glatter Spaltflächen schließt ein Gelingen unserer Versuche von vornherein aus, wie an mehreren Apophyllitvorkommen erkannt wurde.

Es schien notwendig, die Experimente auch auf den Einfluß anderer Reagentien auszudehnen, und so wurde außer mit Salzsäure

Digitized by Google

auch noch mit H_2SO_4, HNO_3, HF und Alkalien gearbeitet. Es zeigte sich hierbei, daß HCl, HNO_3 und HF der Hervorrufung der Figuren günstig sind. Der Versuch mittelst der Ätzalkalien ergab, wie zu erwarten stand, ein negatives Resultat, woraus hervorgeht, daß zur Bildung der Kontraktionsfiguren eine Haut von Kieselsäure nötig ist.

Bei der Herstellung der Präparate wurde folgendermaßen vorgegangen: die Spaltblättchen wurden in ein Porzellanschälchen gebracht (bei Anwendung von HF in eine Platinschale), hierauf mit destilliertem Wasser übergossen, einige Tropfen des „Lockerungsmittels" zugesetzt und nun auf einem möglichst erschütterungsfreien Platze stehen gelassen.

Vor der Untersuchung wurden die Blättchen gut ausgewaschen und nun unter destilliertem Wasser aufbewahrt, worin sie unbeschränkt lange Zeit erhalten werden können. Bevor die Blättchen unter das Mikroskop gelangen, können sie noch auf Fließpapier rasch abgetrocknet werden.

Folgende Zeolithvorkommen wurden von mir geprüft:

1. Apophyllit von Bergenhill, Aussig, Großpriesen, Andreasberg, Poonah;
2. Zeophyllit von Großpriesen, Radzein;
3. Desmin von Nalsoe (Faroer), Island;
4. Heulandit von Island;
5. Natrolith von Großpriesen;
6. Thomsonit vom Radobyl bei Leitmeritz; ein neues Vorkommen;
7. Chabasit von Rübendörfel;
8. Laumontit von Nagyag.

Es schien mir von Belang zu erfahren, ob sich andere Silikate zum Studium der erwähnten Erscheinungen gleichfalls eignen. Zu diesem Zwecke wurden Spaltblättchen des Biotits aus dem Basalttuff von Schima (im böhmischen Mittelgebirge) mittelst konzentrierter Salzsäure und Schwefelsäure in künstliche SiO_2-Pseudomorphosen umgewandelt. Die Versuche ergaben indessen, daß sich hier weder Kontraktionsfiguren noch symmetrische Risse bilden. Es verdient erwähnt zu werden, daß Lehmann[1]) beim Versuche, Kontraktionsrisse durch Abschrecken von Glimmerblättchen in kaltem Wasser

[1]) Lehmann, Kontraktionsrisse in Krystallen. Z. f. Kryst., XI, pag. 608 bis 612.

Digitized by Google

zu erhalten, die gleiche Erfahrung gemacht hat. Versuche am Kieselzinkerz ergaben gleichfalls ein negatives Resultat, und zwar aus dem gleichen Grunde, der beim Natrolith angeführt wird.

Ob nur die Minerale der Zeolithgruppe in ihren Kieselsäurerückständen symmetrische Kontraktionserscheinungen aufweisen oder auch andere Silikate, müßten demnach weitere Untersuchungen lehren.

Die einzelnen Versuche.

I. Apophyllit.

Versuche mit HCl. Zur Untersuchung gelangten Spaltstücke der Vorkommen von Bergenhill [1]) (prismatischer Typus), Aussig, Andreasberg, Großpriesen (letztere Vorkommen von pyramidalem Typus), die nach der bereits erwähnten Methode behandelt wurden, wobei infolge der Einwirkung der Säure meist ein Aufblättern des Minerals stattfand. Die noch im feuchten Zustande u. d. M. gebrachten Präparate waren mit zahlreichen und regelmäßigen tetrasymmetrischen Kontraktionsfiguren übersät. Die beiden unter rechten Winkeln sich kreuzenden Strahlen der Figuren ließen in von natürlichen Krystallflächen begrenzten Präparaten (aller Krystalltypen) eine parallel der Fläche p = (111) verlaufende Anordnung erkennen. [2]) Zugleich mit den Kontraktionsfiguren waren auch Ätzfiguren [3]) zur Entwicklung gelangt, deren inniger Zusammenhang mit den Kontraktionserscheinungen sehr bemerkenswert ist: man beobachtet nämlich sehr oft, daß die Rißstrahlen der Kontraktionsfiguren mit den Pyramidenpolkanten eines von der Kieselsäurehaut oberflächlich bedeckten Ätzgrübchens zusammenfallen. Es scheint also das Auftreten der Kontraktionsfiguren sowie das der Ätzerscheinungen von Störungen im Krystallbau abhängig zu sein und es wären diejenigen Stellen, an welchen sonst

---

[1]) Dieses Vorkommen erweist sich infolge seiner höchst vollkommenen Spaltbarkeit besonders geeignet, am wenigsten das von Großpriesen.

[2]) In seltenen Fällen wurden auch 8strahlige Figuren neben den 4strahligen bemerkt; es würden bei diesen Figuren 4 Strahlen || der Fläche (111) und 4 || a = (100) verlaufen.

[3]) Diese zeigen ein fast völlig übereinstimmendes Aussehen mit den von Herrn Rinne bei Anwendung von HF zuerst dargestellten Ätzfiguren und haben auch mit ihnen die gleiche Orientierung gemeinsam. Meines Wissens wurden übrigens durch Salzsäure am Apophyllit bisher keine Ätzfiguren erhalten. Vgl. F. Rinne, Über Milarit, Apophyllit und Rutil. Neues Jahrb. f. Min., 1885, 2, pag. 19.

Digitized by Google

(am unveränderten Mineral) Ätzfiguren auftreten würden, für die Entstehung von Kontraktionen am ehesten prädestiniert.

Die Verteilung der Figuren auf den Präparaten ist eine sehr unregelmäßige: während einzelne Stellen der Kieselsäurehaut von ihnen fast frei sind, werden andere völlig von ihnen bedeckt. Eine Anordnung der Figuren zu Parallelreihen läßt die Analogie mit den Ätzfiguren gleichfalls hervortreten.

Auch die Größenverhältnisse in den verschiedenen Partien der Blättchen sind verschieden. Bald erscheint an einer Stelle eine ganze Schar von Figuren winziger Dimension; in unmittelbarer Umgebung derselben hinwieder zeigt sich eine kleine Anzahl größerer Figuren.

Mit besonderer Vorliebe entstehen die Figuren entlang der unregelmäßigen Risse, die sich bei der Herstellung der Spaltblättchen bilden.

Bei einiger Vorsicht gelingt es leicht, die Bildung der Kontraktionen in der Kieselsäurehaut im Momente der Entstehung zu beobachten. Wir bemerken dann, daß die Bildung der Figuren in einem Punkte des Gesichtsfeldes fast momentan einsetzt, und sehen, wie sich von hier aus binnen wenigen Sekunden das ganze Präparat mit den Figuren überzieht. Erschütterungen begünstigen den Vorgang. So wurde in einem Falle noch nach tagelanger Aufbewahrung der Präparate die Weiterbildung von Kontraktionsfiguren an einem Blättchen beobachtet, nachdem dieses durch zufälliges Fallenlassen einer größeren Erschütterung ausgesetzt worden war.

Bei Anwendung einer stärkeren Konzentration der Säure bilden sich unter Umständen Rißbüschel von der Gestalt 4- oder 8strahliger Sterne; es scheint zur Bildung dieser Gestalten eine ziemlich dicke Haut von Kieselsäure erforderlich zu sein.

Die Kieselsäurehäute der Apophyllitblättchen können von den Präparaten leicht mittelst heißer Sodalösung entfernt werden; auf dem Minerale werden dann die bereits erwähnten Ätzfiguren sichtbar. (Vgl. Fig. 1 u. 2 der Tafel III.)

Versuch mit H_2SO_4. Spaltstücke des Apophyllits von Bergenhill wurden mit sehr verdünnter Schwefelsäure zusammengebracht. Es bildete sich hierbei ein dicker Belag von $CaSO_4$, der vor der Beobachtung u. d. M. durch Abwischen der Blättchen entfernt werden mußte. Es erschienen wenige und sehr kleine, aber scharfe Kontraktionsfiguren von der gewöhnlichen Gestalt.

Digitized by Google

Läßt man konzentriertere Säure auf das Mineral einwirken, so erscheinen an Stelle der einzelnen Rißstrahlen der Figuren große Rißbüschel, die dann gewöhnlich von einem zweiten Rißsysteme in einer zu dem des ersten um 45° verwendeten Stellung durchsetzt werden.

Versuch mit HNO_3. Salpetersäure zeigt sich der Hervorbringung der Figuren äußerst günstig. Bei einer durch 24 Stunden dauernden Einwirkung einer sehr stark verdünnten Säurelösung auf Spaltblättchen aus Krystallen von Poonah (begrenzt bloß von Prisma und Endfläche) und Andreasberg (von pyramidalem Habitus) erhielt ich sehr scharfe kleine Kontraktionsfiguren, die bei beiden Vorkommen die Orientierung || der Trace von (111) erkennen ließen. Die Figuren erscheinen anfangs nur in geringer Anzahl; nach tagelangem Stehenlassen der getrockneten Blättchen in einem Präparatengläschen wurde bei der neuerlichen Betrachtung u. d. M. eine bedeutende Vermehrung der Kontraktionsfiguren und das Auftreten zahlreicher Kontraktionsrisse festgestellt. Diese || (111) verlaufenden Risse zerlegen die oberflächliche Kieselsäurehaut in quadratische Felder, innerhalb welcher die kleinen Rißfiguren liegen. Es scheint (bei den Krystallen von Andreasberg) eine ursächliche Beziehung zwischen dem Schichtenbau des Krystalls und der Entstehung der Risse zu obwalten. (Vgl. Fig. 3 der Tafel.)

Bei Behandlung mit konzentrierterer Säure treten von vornherein an Stelle der Kontraktionsfiguren die ziemlich scharfen und regelmäßigen Rißsysteme auf.

Versuch mit HF. Apophyllit von Bergenhill (in dickeren Platten) wurde einer nur minutenlang dauernden Einwirkung von HF unterworfen. Bei dem Versuche wurde die Säure in ungemein verdünntem Zustande angewendet (einige Tropfen auf einen Liter Wasser). Das Mineral wurde hierauf mit destilliertem Wasser ausgewaschen und ca. 24 Stunden stehen gelassen. Die mit einer schlüpfrigen Haut umhüllten Platten erwiesen sich u. d. M. überzogen von einer großen Menge tetrasymmetrischer Kontraktionsfiguren, deren Entstehung verfolgt werden konnte. Beim völligen Eintrocknen bildeten sich weniger regelmäßige große Büschel von Rißstrahlen. Gleichzeitig mit den Kontraktionsfiguren wurden die auch von Herrn Rinne zuerst beobachteten Ätzfiguren erhalten. In einem Falle bekam ich zugleich mit den Rißstrahlenbüscheln große Ätzfiguren von komplizierter Gestaltung, die in der beigegebenen Tafel (Fig. 4) abgebildet sind.

Digitized by Google

Die näheren Entstehungsbedingungen derselben sind mir nicht bekannt.

Der Umstand, daß sich das Auftreten der Kontraktionserscheinungen auch bei der Anwendung der Fluorwasserstoffsäure zeigte, war mir anfänglich recht befremdend und schien deutlich dagegen zu sprechen, daß zu der Bildung der Figuren eine Kieselsäurehaut erforderlich sei, da bei dem bekannten Verhalten der Silikate gegenüber der Flußsäure von vornherein nicht vorauszusehen war, daß bei dem Reaktionsprozesse auf irgend eine Weise Kieselsäure zur Abscheidung gelangen könne.

Da es nicht gelang, in der Literatur etwas Einschlägiges über den Gegenstand vorzufinden, sah ich mich veranlaßt, der Frage, ob durch Einwirkung von HF in sehr verdünntem Zustand auf den Apophyllit SiO_2 abgeschieden werden könne, durch den Versuch näher zu treten.

Ich ließ in einer Platinschale auf sehr feingepulverten Apophyllit von Aussig HF einwirken, und zwar ungefähr dieselbe Konzentration, die ich bei der Erzeugung der Kontraktionsfiguren angewandt hatte. Die Flüssigkeit wurde unter oftmaligem Umrühren mit dem Spatel zirka einen Tag lang mit dem Minerale in Berührung gelassen, hierauf in eine zweite Schale abgegossen und auf dem Wasserbade eingedampft. Der in der ersten Schale zurückgebliebene Rest des Untersuchungsmaterials wurde gut ausgewaschen und unter dem Mikroskope untersucht; es zeigte sich, daß er einerseits aus noch unverändertem Apophyllit, andrerseits aus einer flockigen Gallerte bestand, die man nach ihren Eigenschaften nicht wohl als etwas anderes wie Kieselsäure deuten kann.

Diese Gallerte ist identisch mit dem erwähnten schlüpfrigen Überzuge, den man bei der geeigneten Behandlung der Blättchen mit der Säure erhält.

Der Abdampfrückstand in der zweiten Schale gab bei Behandlung mit H_2SO_4 einen deutlichen Geruch nach HF; ein Tropfen der Auflösung, den ich auf einem Objektträger verdunsten ließ, zeigte sich unter dem Mikroskope erfüllt von einer Unzahl Gypskryställchen.

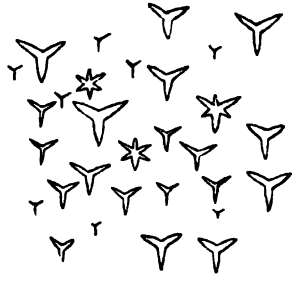
Der geschilderte Versuch macht es zumindest höchst wahrscheinlich, daß beim Einwirkenlassen stark verdünnter HF auf den Apophyllit die Reaktion wenigstens anfänglich so verläuft, daß Ca in Lösung geht und SiO_2 frei wird.

Digitized by Google

2. Zeophyllit.

Spaltblättchen von Zeophyllit || der Fläche (0001) (von Großpriesen) hinterlassen bei Behandlung mit verdünnter Salzsäure ziemlich kompakte Häutchen von Kieselsäure [1]), die sich bei der Untersuchung unter gekreuzten Nicols als isotrop erweisen. In diesen Häutchen zeigt sich eine Unzahl trisymmetrischer Kontraktionsfiguren, deren Auftreten auch hier einen deutlichen Zusammenhang mit den Ätzfiguren [2]) erkennen läßt. Die einzelnen Figuren ordnen sich wie beim Apophyllit mit Vorliebe zu Reihen an. Bei ganz dünnen Blättchen

Fig. 1.



Kontraktionsfiguren auf der Fläche (0001) des Zeophyllit von Großpriesen.

erscheinen statt der 3strahligen oft 6strahlige Gestalten entsprechend den Rissen auf der Ober- und Unterseite der Blättchen. (S. Fig. 1.)

Die Erzeugung der Figuren gelingt bei diesem Minerale sehr leicht und man kann unschwer die Entstehung der 3strahligen Risse unter dem Mikroskope während des Eintrocknens der Kieselsäurehäutchen verfolgen. Auch an dem Zeophyllit von Radzein, der sich infolge der Kleinheit seiner Spaltblättchen [3]) zu unseren Versuchen nur wenig eignet, wurden bei Anwendung starker Vergrößerungen Kontraktionsfiguren von gleicher Gestalt beobachtet.

---

[1]) Die qualitative Prüfung der Substanz zeigte, daß das Ca so gut wie völlig extrahiert war.

[2]) F. Cornu, Über den Zeophyllit von Radzein im böhmischen Mittelgebirge. Diese Mitt., XXIV, pag. 127—134.

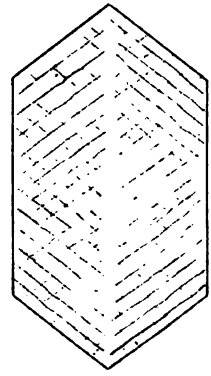
[3]) Diese konnten hier nur durch Zerquetschen der Zeophyllitsphäroide im Schraubstocke in geeigneter Qualität erhalten werden.

Digitized by Google

3. Desmin.

Es wurde der Versuch von Herrn Rinne wiederholt. Als Material dienten mir gleichfalls die Krystalltäfelchen von Nalsoe (Faroer). Bei dem Versuche, den Desmin in gleicher Weise wie den Apophyllit (lange Zeit mit verdünnter Säure) zu behandeln, gelang es nicht, die von Rinne beobachteten Risse zu erhalten. Es liegt dies darin, daß das Mineral viel schwieriger durch Salzsäure angreifbar ist als andere Zeolithe. Erst als ich die Desminkryställchen kurze Zeit ($^1/_2$ Stunde)

Fig. 2.



Kontraktionsrisse auf der Fläche b = (010) des Desmin.

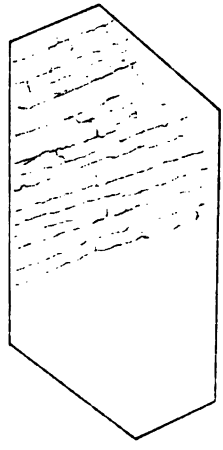
mit konzentrierter Säure auf dem Wasserbade erhitzte, glückte es, die Erscheinung des regelmäßigen Systems von Kontraktionsrissen hervorzurufen. Die auf der Fläche b = (010) erscheinenden Risse sind parallel der Trace von m = (110) orientiert. Quer zu ihnen verlaufen unregelmäßige Sprünge. Der Einfluß der Zwillingsbildung auf die Entstehung der Risse kommt „durch eine Teilung der Blättchen in vier Bezirke“ (Rinne) deutlich zum Ausdruck, wie dies auch die Fig. 2 zeigt. Der Versuch wurde an Spaltblättchen eines isländischen Desmins wiederholt; das Vorkommen zeigte sich aber infolge der krummflächigen Ausbildung der Krystalle nur wenig geeignet.

Digitized by Google

4. Heulandit.

Spaltblättchen || der Fläche b = (010) eines isländischen Vorkommens von Heulandit, die unter dem Mikroskope zahlreiche Einschlüsse von Quarzkryställchen [1]) erkennen ließen, wurden während einer halben Stunde in einem bedeckten Porzellanschälchen mit konzentrierter Salzsäure auf dem Wasserbade erhitzt. [2]) Bei diesem Verfahren blätterte sich das Mineral auf und die erhaltenen Blättchen zeigten unter dem Mikroskop ein System von Rissen || der Fläche c = (001). Quer zu diesem System verlaufen unregelmäßige maschige

Fig. 3.



Kontraktionsrisse auf der Fläche b = (010) des Heulandit.

Sprünge (vgl. Fig. 3). Es läßt sich mitunter eine deutliche Beziehung der Risse zu den optischen Feldern konstatieren, insofern als die Grenze derselben durch den verschiedenen Grad der Regelmäßigkeit und Größe der Risse kenntlich wird.

5. Natrolith.

Als Untersuchungsmaterial wurden Spaltblättchen || der Fläche (110) des Natroliths von Großpriesen angewandt. Als Zersetzungs-

[1]) Vgl. die Fig. 3 auf Taf. IX in Rosenbusch und Wülfing, Physiogr., I, 1904.

[2]) Bei Zimmertemperatur wurde das Mineral trotz der Anwendung konzentrierter Säure und tagelanger Einwirkung kaum merklich angegriffen.

Digitized by Google

mittel diente ganz verdünnte Salzsäure, die in Anbetracht der sehr starken Angreifbarkeit des Minerals nur ganz kurze Zeit zur Einwirkung gelangen durfte. Die mehrfach wiederholten Versuche ergaben jedoch stets ein negatives Resultat, da sich die bei der Zersetzung entstandene Kieselsäure momentan in der Salzsäure kolloidal löste. Die Natrolithpräparate zeigten nach der Behandlung mit Säure dem freien Auge einen Krystalldamast, waren an ihren Enden infolge der starken Korrosion ausgefranst und ließen unter dem Mikroskope merkwürdige Ätzfiguren erkennen, deren nähere Untersuchung ich mir vorbehalte.

Die Versuche am Natrolith lehren, daß für die Entstehung von Kontraktionsfiguren (und symmetrischen Kontraktionsrissen) das Vorhandensein der SiO_2-Haut nötig ist.

6. Thomsonit.

Für die Versuche an diesem Mineral (zur Untersuchung wurden nach (100) dünntafelige Krystalle vom Radobyl bei Leitmeritz angewendet) gilt das beim Natrolith Gesagte.

7. Chabasit.

Rhomboëdrische Krystalle des Chabasits von Rübendörfel im böhmischen Mittelgebirge wurden durch eine halbe Stunde mit mäßig konzentrierter Salzsäure in der Kälte behandelt. Die beim Trocknen oberflächlich weiß gewordenen Krystalle zeigten u. d. M. im auffallenden Lichte beobachtet auf den Rhomboëderflächen ein recht regelmäßiges System von Kontraktionsrissen || der an den Kombinationen nicht zur Entwicklung gelangten Endfläche $c = (0001)$.

8. Laumontit.

Aus verstäubten großen Krystallen des Vorkommens von Nagyag wurden Spaltstücke || der Fläche $m = (110)$ hergestellt. Diese lieferten bei der Behandlung mit mäßig konzentrierter Salzsäure bei Zimmertemperatur Präparate, die ungefähr der Fläche $e = (20\bar{1})$ parallelgehende Risse erkennen ließen. Die Erscheinung ist hier übrigens nur wenig regelmäßig. Wegen der Undurchsichtigkeit der Präparate kann die Beobachtung u. d. M. nur im auffallenden Lichte erfolgen.

Digitized by Google

Zusammenfassung.

Bei der Behandlung von Spaltblättchen einiger Zeolithe mit Säuren bilden sich in den bei den Umwandlungsprozessen entstehenden Häuten von Kieselsäure regelmäßige Rißfiguren, die in ihren Symmetrieverhältnissen einen Zusammenhang mit dem Krystallsysteme des ursprünglichen Minerals erkennen lassen und bestimmten, an den Krystallen des ursprünglichen Minerals vorhandenen oder möglichen Flächen parallel gehen. Diese Kontraktionsfiguren stehen mit der Erscheinung der Ätzfiguren in einem Zusammenhang, der sich kurz durch folgenden Satz charakterisieren läßt: dort, wo sonst infolge einer Störung des Krystallbaues eine Ätzfigur entstehen würde, bildet sich in der Kieselsäurehaut die Kontraktionsfigur. Die Entstehung der Figuren erfolgt durch die Auslösung von Spannungen (hervorgerufen oder verstärkt durch den Substanzverlust des Minerals bei der Behandlung mit Säuren) sowohl bereits beim Angriff durch Säure als auch zufolge des Wasserverlustes beim Eintrocknen der SiO_2-Häute oder durch mechanische Beeinflussung (Druck mit der Hand oder Erschütterungen).

Die Kontraktionsfiguren können die Entstehung regelmäßiger Kontraktionsrisse verursachen, welch letztere sich aber auch selbständig bilden können, und zwar bei denjenigen Mineralen der Zeolithgruppe, die bei der Behandlung mit Säuren eine pulverige Kieselsäure abscheiden.

Zwischen der Orientierung der gewissen Flächen an den ursprünglichen Mineralen parallel gehenden Kontraktionsrissen und -Figuren und der Spaltbarkeit existieren keine Beziehungen, ebensowenig besteht eine Beziehung mit den von Lehmann l. c. untersuchten Kontraktionsrissen, die man durch Abschrecken erhitzter Krystalle in kaltem Wasser erhält.

Die Folgerungen, die sich auf Grund unserer Versuche ergeben, sind die gleichen, zu welchen Herr Rinne durch die optische Untersuchung der Zeolithkiesel gelangt ist: die Behandlung der Zeolithe mit Säuren bringt keine völlige Zerstörung des Krystallbaues, sondern nur eine „Lockerung“ desselben hervor; die Krystallstruktur der Zeolithe scheint in erster Reihe durch die Stellung der Kieselsäuremolekel bedingt zu sein.

Digitized by Google

Tafelerklärung.

Fig. 1. Kontraktionsfiguren auf einem mit HCl behandelten Spaltblättchen aus einem prismatischen Apophyllitkrystall von Bergenhill in New-Jersey. Die Photographie bringt den Zusammenhang der Kontraktionsfiguren mit den Ätzfiguren, deren Umrisse unter der Kieselsäurehaut ersichtlich werden, deutlich zum Ausdrucke. Vgl. pag. 204.

Fig. 2. Sehr kleine Kontraktionsfiguren auf einem Spaltblättchen des gleichen Vorkommens, hervorgerufen durch eine langandauernde Behandlung mit äußerst verdünnter HCl. Vgl. pag. 204.

Fig. 3. Kontraktionsfiguren und regelmäßige Kontraktionsrisse || der Kante (001):(111) auf einem Spaltstück eines Andreasberger Apophyllitkrystalles von pyramidalem Typus (natürliche Begrenzung), hervorgerufen durch HNO_3. Vgl. pag. 205.

Fig. 4. Regelmäßige Rißstrahlen in Verbindung mit großen, flachen Ätzfiguren, hervorgerufen auf einem Spaltblättchen des Apophyllits von Bergenhill in New-Jersey durch äußerst verdünnte HF. Vgl. pag. 205.

Die Photographien wurden sämtlich bei ca. 88facher Vergrößerung hergestellt.

Digitized by Google

XIII. Über die chemische Zusammensetzung eines Limburgites, eines phonolithischen Gesteines und einiger Sandsteine aus Paraguay

(nach Analysen von A. Lindner).

Von **L. Milch** in Breslau.

Vor längerer Zeit hatte Herr Dr. A. Lindner, früher Professor in Asuncion, im westlichen und zentralen Paraguay eine Reihe von Gesteinen gesammelt, die er dem Mineralogischen Museum der Universität Breslau übergab und die ich mit Genehmigung des Herrn Professors Dr. Hintze, des Direktors des Museums, mikroskopisch untersuchte (diese Mitteilungen, XIV, pag. 383—394, 1894).

Vor einiger Zeit sah sich Herr Dr. Lindner veranlaßt, fünf dieser Gesteine zu analysieren; er teilte mir die Analysenzahlen freundlichst mit, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank sage, und stellte mir anheim, sie zu veröffentlichen. Bei der Wichtigkeit, die jeder sorgfältig und nach den zuverlässigsten Methoden ausgeführten Gesteinsanalyse innewohnt, fühle ich mich verpflichtet, die Analysen Lindners zu veröffentlichen und gleichzeitig, soweit Eruptivgesteine untersucht wurden, die für sie gefundenen Werte auf die Osannschen Werte und Formeln umzurechnen, sowie überhaupt das Ergebnis der chemischen und der mikroskopischen Bestimmung zu vergleichen.

Digitized by Google

A. Eruptivgesteine.

Auf Grund des mikroskopischen Befundes hatte ich die jetzt von Lindner analysierten Eruptivgesteine bestimmt als:

I. Limburgit zweiter Art (Bücking) (vom Cerro Tacumbú).

II. Phonolith, reich an einem Gliede der Hauyn-Nosean-Reihe (vom Sabucáy, Distrikt Ibitimí).

I. Limburgit vom Cerro Tacumbú.

Das dichte, schwarze Gestein enthält als Einsprenglinge größere Olivine und lichtgrauviolette bis schwach grünlich durchsichtige, zonar struierte Augite in einer wesentlich aus grünlichem Augit in kleinen Säulchen und Körnchen und farblosem, mit Salzsäure gelatinierendem Glas aufgebauten Grundmasse. Erzkörner von verschiedener Größe sind zahlreich vorhanden (vgl. diese Mitt., XIV, pag. 389—391, 1894).

Die Analyse ergab:

	I.
SiO_2	40·95
TiO_2	0·25
Al_2O_3	15·37
Fe_2O_3	6·36
Cr_2O_3	0·19
Mn_2O_3	Spuren
FeO	4·38
MgO	10·46
BaO	0·10
CaO	11·67
Na_2O	3·97
K_2O	1·26
H_2O	3·93
H_2O (bis 105°)	0·86
P_2O_5	0·09
Sa	99·84
Spez. Gew.	2·932

Hieraus ergeben sich die auf die Summe 100 berechneten Molekularproportionen:

Digitized by Google

	I*a*.	
SiO_2	44·71	44·91
TiO_2	0·20	
Al_2O_3	9·87	
Cr_2O_3	0·09	
FeO	9·19	
MgO	17·13	
BaO	0·05	13·70
CaO	13·65	
Na_2O	4·19	
K_2O	0·88	
P_2O_5	0·04	
Sa	100·00	

und es berechnen sich aus ihnen zum Zweck der Klassifikation folgende Werte (zum Vergleich sind in der unteren Reihe die entsprechenden Werte für das Mittel aus den 5 von Osann als Limburgittypus Reichenweiher (diese Mitt., XX, pag. 500) zusammengefaßten Analysen beigefügt):

	s	A	C	F	a	c
Gestein vom Cerro Tacumbú	44·91	5·07	4·80	35·22	2	2
Typus Reichenweiher	44·84	4·51	4·92	36·24	2	2

	f	n	Reihe	m	Reihe	k
Gestein vom Cerro Tacumbú	16	8·3	α	7·47	φ	0·60
Typus Reichenweiher	16	7·8[1])	α[1])	7·42[1])	φ[1])	0·61

Wie ein Vergleich mit den erwähnten 5 von Osann zum Typus Reichenweiher vereinigten Analysen zeigt, kommt keine von ihnen dem Mittelwert, aus dem die Typenformel $s_{45}a_2c_2f_{15}$ k=0·61 berechnet wurde, so nahe, wie das Gestein vom Cerro Tacumbú.

Für die mineralogische Deutung der Analyse muß hier, wie übrigens bei allen Limburgiten, berücksichtigt werden, daß die Atomgruppe $CaAl_2O_4$, ausgedrückt durch C resp. c der Formel, durchaus nicht nur im Anorthitmolekel vorhanden ist, sondern daß in der für C gefundenen Zahl nach der Art der Berechnung auch die im Pyroxen enthaltene Tonerde ihren Ausdruck findet.

Da der Limburgit vom Cerro Tacumbú als Hauptbestandteil Augit enthält (vgl. die mikroskopische Beschreibung) und Analysen von Limburgit-Augiten stets einen hohen Tonerdegehalt ergeben

[1]) Vom Verf. aus den Osannschen Zahlen berechnet.

Digitized by Google

haben, so ist zweifellos die nicht von den Alkalien für die Atomgruppe $(NaK)_2$ Al_2O_4 (A resp. a) in Anspruch genommene Tonerdemenge zum größten Teile, wenn nicht gänzlich in Pyroxen im Molekel RAl_2SiO_6 enthalten — der für C berechnete Wert spricht keineswegs dafür, daß bei holokrystalliner Ausbildung Plagioklas in nennenswerter Menge sich hätte ausscheiden können. Da ferner farblose Gemengteile gar nicht auskrystallisiert sind, in dem farblosen Glas aber zweifellos die gesamte für A berechnete Menge mit dem zugehörigen SiO_2 enthalten sein muß, so ist auch die Menge des vorhandenen Glases zu gering, als daß man in ihr auch noch beträchtliche Mengen von C mit den zugehörigen Mengen von SiO_2 vermuten könnte.

II. Hauyn-führendes phonolithisches Gestein vom Sabucáy.

Von einem anderen Gesichtspunkt aus ist die Analyse des als Hauyn-führender Phonolith bestimmten Gesteins vom Sabucáy, Distrikt Ibitimí interessant.

Frisch sind in diesem Gestein nur die in nicht sehr großer Menge entwickelten farbigen Gemengteile, unter den Einsprenglingen die stark resorbierten, von einem Pyroxen und Magnetit mantelartig umgebenen Biotite und die als schlanke Säulen auch makroskopisch erkennbaren Hornblenden, sowie die randlich in Ägirinaugit übergehenden Augite, in der Grundmasse die Ägirinaugite und die spärlichen Ägirine. Die herrschenden farblosen Gemengteile sind so stark zersetzt, daß sich die Einsprenglinge, vorwiegend Alkalifeldspat und ein Glied der Hauyn-Nosean-Reihe, nur schwierig bestimmen lassen und die Grundmasse, von den Pyroxenen abgesehen, als ein im einzelnen zunächst unbestimmbares Aggregat von Zeolithen, Carbonat und Erz erscheint, in welchem die zahlreichen lang säulenförmigen Feldspatleistchen deutlich erst nach Ätzung des Schliffes mit Salzsäure hervortreten (vgl. die Beschreibung dieses Gesteins l. c. pag. 391—394). Die Analyse zeigt nun, besonders deutlich in der Umrechnung auf die Osannschen Werte, daß diese sehr starke Umwandlung und Verwitterung die chemische Zusammensetzung des Gesteins, von der Aufnahme von H_2O und CO_2 natürlich abgesehen, einerseits nicht so stark verändert hat, wie man es nach dem hohen Grade der die mikroskopische Bestimmung sehr erschwerenden Zersetzung er-

Digitized by Google

warten könnte, andrerseits aber stark genug, um eine Einreihung des Gesteins in die Osannsche Systematik lediglich auf Grund der gefundenen Analysenwerte nicht zu gestatten. Doch läßt sich gerade in dem vorliegenden Falle zeigen, daß bei kritischer Verwertung der Analysenzahlen die Osannsche Methode ein vorzügliches Mittel darbietet, um auch zersetzten Gesteinen ihren Platz im System innerhalb recht enger Grenzen anzuweisen.

Die Analyse ergab:

	II.
SiO_2	52·20
TiO_2	0·14
Al_2O_3	20·67
Fe_2O_3	3·26
Mn_2O_3	0·09
FeO	1·38
MgO	0·48
BaO	0·09
CaO	4·43
Na_2O	6·61
K_2O	4·90
H_2O	3·56
H_2O (bis 105°)	0·36
P_2O_5	0·12
CO_2	1·54
Sa.	99·83
Spez. Gew.	2.463

Zur Ergänzung der von Lindner ermittelten Werte führte ich eine Bestimmung der Schwefelsäure aus, da durch mikrochemische Untersuchung die Anwesenheit eines Hauyn-Noseanminerals nachgewiesen war; die starke Zeolithisierung des Gesteins ließ allerdings von vornherein erwarten, daß nur sehr wenig Schwefelsäure noch vorhanden sein würde. Zu diesem Zwecke wurden fast $5\,g$ feinstes Pulver des Gesteins mit heißer Salzsäure behandelt, mehrfach zur Trockene gedampft, sowohl um SiO_2 völlig aus der Lösung zu entfernen, wie auch um die eventuell in der SiO_2-Gelatine in irgend einer Form eingeschlossene Schwefelsäure nicht zu verlieren, aus dem Filtrat wurden die Sesquioxyde durch NH_3 gefällt und die Schwefelsäure schließlich als Bariumsulfat bestimmt. Auf diesem Wege

Digitized by Google

konnte die Anwesenheit von Schwefelsäure mit voller Bestimmtheit festgestellt werden; die gefundenen Werte berechnen sich auf 0·04% SO_3. Diese Zahl stellt natürlich nur die untere Grenze der vorhandenen Menge dar: ein Teil der Hauynsubstanz kann in dem Pulver durch andere in HCl unlösliche Minerale vor der Auflösung geschützt worden sein und der BaO-Gehalt der Analyse läßt bei der starken Zersetzung des Gesteins die Anwesenheit von $BaSO_4$ wenigstens möglich erscheinen, dessen SO_3-Gehalt bei dem eingeschlagenem Wege natürlich auch nicht bestimmt werden konnte. Jedenfalls bestätigt der unzweifelhaft geführte Nachweis, daß in dem stark zeolithisierten Gestein SO_3 überhaupt noch vorhanden ist, die Richtigkeit der mikroskopischen Bestimmung.

Durch seinen hohen Kalkgehalt nähert sich das vorliegende Gestein seiner chemischen Zusammensetzung nach gewissen, zuletzt von Hibsch beschriebenen Phonolithen des Böhmischen Mittelgebirges (diese Mitt., IX, pag. 259 und XIV, pag. 96—98; Osanns Phonolithtypus Ziegenberg, diese Mitt., XX, pag. 419), sowie den durch Sauer bekannt gewordenen Trachydoleriten (Hauynphonolithen, resp. Hauyntephriten) von Tenerife und Palma (Zeitschr. f. d. ges. Naturwissensch., N. F. 13, pag. 300 ff., spez. 358 bis 362; Osanns Trachydolerittypus Campanario l. c. pag. 460); sehr ähnlich erscheint es auch der von Becke beschriebenen tephritischen Trachytlava von Forodada, Columbretes (diese Mitt., XVI, pag. 174—177; Osanns Trachydolerittypus Forodada l. c. pag. 462). Die genannten Gesteine stehen sich sowohl untereinander wie dem Gestein von Sabucáy sehr nahe, wie die folgende Tabelle erkennen läßt; die scheinbar erhebliche Differenz im SiO_2-Gehalt ist im wesentlichen auf die großen Mengen von H_2O und CO_2 im Gestein vom Sabucáy zurückzuführen und verringert sich sehr bedeutend bei der Umrechnung auf wasserfreie Substanz.

In dem Gestein vom Sabucáy befindet sich keinesfalls der gesamte CaO-Gehalt im Anorthitmolekel, da sowohl der Hauyn wie Hornblende und Pyroxen, soweit letzterer nicht Ägirin ist, CaO in erheblicher Menge enthalten. Andrerseits macht der hohe Gehalt an CaO die Anwesenheit von Plagioklas wahrscheinlich; es wurden daher die Schliffe des Gesteins noch einmal sorgfältig gemustert. Auch jetzt konnte ich unter den Einsprenglingen keine Anzeichen

Digitized by Google

	II	1	2	3	4	5
SiO_2 . .	52·20	56·49	55·10	56·06	55·40	56·19
TiO_2 . .	0·14	0·74	0·48	nicht best.	0·43	0·57
Al_2O_3 . .	20·67	18·77	19·25	21·05	21·03	20·25
Fe_2O_3 . .	3·26	3·00	2·77	3·42	1·64	2·76
Mn_2O_3 . .	0·09	MnO 0·32	0·32	Sp.	Sp.	nicht best.
FeO . .	1·38	1·46	1·66	2·14	3·04	2·32
MgO . .	0·48	0·63	0·83	1·69	0·91	1·12
BaO . .	0·09	nicht bestimmt		nicht bestimmt		nicht best.
CaO . .	4·43	3·29	5·14	3·76	3·57	4·30
Na_2O . .	6·61	7·10	7·41	8·44	7·64	6·33
K_2O . .	4·90	5·18	4·68	2·67	4·42	4·19
H_2O . .	3·56	1·83	2·19	1·16	0·95	0·65
H_2O (b. 105°)	0·36	0·62	0·40			
P_2O_5 . .	0·12	0·27	0·41	0·41	0·23	0·54
CO_2 . .	1·54	1·00	0·22	—	—	—
Cl . . .	nicht bestimmt		nicht bestimmt		Sp.	0·09
SO_3 . .	0·04	nicht bestimmt		0·31	0·57	0·16
Sa. . . .	99·87	100·70	100·86	101·11 [1])	99·83	99·47
Spez. Gew.	2.463	2.517	2.544	—	2.54, 2.59	2.674
Anal.	Lindner	Hanusch	Hanusch	Sauer	Martner	Pfohl

II. Gestein vom Sabucáy. — 1. Trachytischer Phonolith des Ziegenbergs bei Nestersitz gegenüber Großpriesen a. d. Elbe (Hibsch, diese Mitt., XIV, pag. 96, 97), später als tephritischer Phonolith bezeichnet (Hibsch, diese Mitt., XXI, pag. 567, Becke, diese Mitt., XXII, pag. 251). — 2. Sanidinphonolith des Mädsteins (Jungfernsteins) südlich von Neschwitz a. d. Elbe (Hibsch, diese Mitt., XIV, pag. 97, 98). — 3. Trachydolerit, Hauyntephrit, Gang am Espigon, Tenerife (Sauer, Zeitschr. f. d. ges. Naturw., N. F. 13, pag. 361, 362). — 4. Trachydolerit, Hauynphonolith, Campanario, Südteil von Palma (Sauer, l. c. pg. 358—360). — 5. Trachydolerit, tephritische Trachytlava Forodada, Columbretes (Becke, diese Mitt., XVI, pag. 174—177).

für Plagioklas auffinden — die starke Zeolithisierung kann allerdings jede Spur vernichtet haben, so daß auch das Fehlen des Kalknatronfeldspates unter den Einsprenglingen nicht mit Sicherheit behauptet werden kann; wohl aber gelang es, unter den langsäulenförmigen Feldspaten der Grundmasse mehrfache Zwillingsbildung und Wechsel in der chemischen Zusammensetzung festzustellen. Ganz

[1]) Nicht 101·21.

Digitized by Google

allgemein scheint in Gesteinen von der Zusammensetzung der hier besprochenen das Mengenverhältnis von Plagioklas und Alkalifeldspat als Einsprenglinge resp. Grundmassegemengteile stark zu wechseln und das Vorherrschen des einen oder anderen keineswegs durch die Analysenzahlen direkt erschließbar zu sein: in dem sogar 5·14% CaO enthaltenden, ausdrücklich als sehr frisch bezeichneten „Sanidinphonolith" des Mädsteins fand Hibsch unter den Einsprenglingen von Feldspaten nur Sanidin[1]) (diese Mitt., XIV, pag. 97), während in dem 3·29% CaO enthaltenden Gestein des Ziegenberges Plagioklas und den Einsprenglingen (hier als Labradorit bestimmt[2]), wie in der Grundmasse nach den Untersuchungen desselben Forschers entschieden vorwaltet (diese Mitt., IX, pag. 259) und ganz ähnlich sind nach Sauer in dem Trachydolerit (Hauyntephrit) vom Gang am Espigon mit 3·76% CaO die größeren Feldspate vorwiegend Sanidin, während in dem nahe verwandten Gestein von Campanario mit 3·57% CaO Plagioklas „sowohl der Größe als auch der Menge nach die erste Stelle unter den Gemengteilen" einnimmt. (Zeitschr. f. d. ges. Naturw. N. F. 13, pag. 361 resp. 359). Das Gestein von Forodada mit 4·30% CaO enthält so zahlreiche Sanidineinsprenglinge, daß Becke aus diesem Grunde wie auch wegen des „entschieden trachytischen Habitus" die Bezeichnung „Tephrit" vermeidet (diese Mitt., XVI, pag. 177).

Die folgende Tabelle gibt unter IIa die für das Gestein vom Sabucáy auf 100 berechneten Molekularproportionen, der unter 1a—5a die entsprechenden, der Osannschen Klassifikation entnommenen Zahlen für die zum Vergleich herangezogenen Gesteine aus dem böhmischen Mittelgebirge, von den Canarischen Inseln, sowie von den Columbretes beigefügt sind.

---

[1]) In den Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges, Blatt II (Rongstock-Bodenbach) (diese Mitt., XIX, pag. 1 ff., 1900) gibt Hibsch für die tephritischen oder tephritoiden Phonolithe, für deren chemische Zusammensetzung als Beispiel die Analyse des Gesteins vom Mädstein angeführt wird, die Gegenwart von Kalk-Natron-Feldspat neben Sanidin als charakteristisch an (pag. 26, 27).

[2]) Nach Becke (diese Mitt., XXII, pag. 251) enthalten die Plagioklas-Einsprenglinge dieses Gesteins 35—40% An.

Digitized by Google

	IIa	1a	2a	3a	4a	5a
SiO_2	62·73	65·25	62·91	62·71	63·42	63·96
TiO_2	0·12	0·64	0·43	—	0·37	0·48
Al_2O_3	14·61	12·75	12·93	13·85	14·16	13·56
FeO	4·32	4·01	3·94	4·87	4·31	4·56
MnO	0·08	0·31	0·30	—	—	—
MgO	0·87	1·09	1·42	2·83	1·56	1·91
BaO	0·04	—	—	—	—	—
CaO	5·70	4·07	6·28	4·50	4·38	5·25
Na_2O	7·69	7·93	8·19	9·14	8·46	6·97
K_2O	3·76	3·82	3·41	1·91	3·23	3·05
P_2O_5	0·06	0·13	0·19	0·19	0·11	0·26
SO_3	0·04	—	—	—	—	—

Aus ihnen ergeben sich folgende Werte für die Osannsche Klassifikation:

	s	A	C	F	a	c
Gestein vom Sabucáy	62·85	11·45	3·16	7·85	10	3
„ „ Ziegenberg	65·89	11·75	1·00	8·48	11	1
„ „ Mädstein	63·34	11·60	1·33	10·61	10	1
„ „ Espigon	62·71	11·05	2·80	9·40	9·5	2·5
„ von Campanario	63·79	11·69	2·47	7·78	10·5	2·5
„ „ Forodada	64·44	10·02	3·54	8·18	9	3·5

	f	n	Reihe	m	Reihe	k
Gestein vom Sabucáy	7	6·7	β	6·7	φ	0·76
„ „ Ziegenberg	8	6·7	β	6·4[1])	φ[1])	0·81[1])
„ „ Mädstein	9	7·1	β	5·4[1])	φ[1])	0·76[1])
„ „ Espigon	8	8·3	α	8·2[1])	υ[1])	0·77[1])
„ von Campanario	7	7·2	β	7·5[1])	υ[1])	0·77[1])
„ „ Forodada	7·5	7·0	β	7·9[1])	υ[1])	0·85

Hätte man es mit einem frischen Gestein zu tun, so würden diese Werte unzweideutig beweisen, daß das Gestein vom Sabucáy, trotz des erheblichen Unterschiedes im Magnesiagehalt und des ziemlich stark abweichenden Wertes für n nach Osann dem Trachydolerittypus Campanario (mit der Typenformel $s_{63}a_{10}c_{2·5}f_{7·5}k = 0·77$, gebildet aus den beiden zitierten Analysen 3 und 4 und dem sog.

[1]) Vom Verf. aus den Osannschen Werten berechnet.

Digitized by Google

Augittrachyt, Cuglieri, Mte. Ferru) am nächsten steht, jedenfalls näher als dem Phonolithtypus Ziegenberg (mit der Typenformel $s_{64\cdot5}\ a_{10\cdot5}\ c_1\ f_{8\cdot5}\ k = 0\cdot79$, gebildet aus den Analysen 1 und 2) — auffallend bliebe allerdings der ausgeprägt phonolithische Habitus des Gesteins. Der charakteristische Unterschied gegenüber den Werten des Typus Ziegenberg liegt ausschließlich in dem höheren Wert für C, den das Gestein vom Sabucáy aufweist — nach der ganzen Art der Berechnung der Werte muß aber bei Gesteinen, die tonerdearme bis freie kalkhaltige Komponenten besitzen, die Zahl für C infolge der Verwitterung des Gesteins steigen. Durch die Zeolithisierung und die Entstehung toniger Substanzen wird jedenfalls der absolute Gehalt an Tonerde nicht verkleinert, wohl aber hat ein Verlust an Alkalien stattgefunden; da nun C bekanntlich bei ausreichendem CaO-Gehalt durch die Tonerdemenge bedingt wird, die nach Bildung der Gruppe $(NaK)_2Al_2O_4$ übrig bleibt, so muß eine Verminderung der Alkalien notwendig ein ungerechtfertigtes Steigen des Wertes für C, eine Verkleinerung des Wertes für A und, da der nicht von der Tonerde beanspruchte Kalk zur Gruppe F hinzukommt, auch eine Verkleinerung des Wertes für F zur Folge haben. Eine Rekonstruktion der Zusammensetzung des frischen Gesteins vom Sabucáy muß somit die Werte für A und F steigen, für C sinken lassen; hierdurch ist nicht nur ein Vergleich mit dem Typus Forodada, $s_{64\cdot5}\ a_9\ c_{3\cdot5}\ f_{7\cdot5}\ k = 0\cdot85$, der in frischem Zustande einen beträchtlich niedrigeren Wert für A und höheren Wert für C besitzt, ausgeschlossen, sondern gleichzeitig bewiesen, daß sich die Werte des frischen Gesteins vom Sabucáy vom Typus Campanario entfernen und sich dem Typus Ziegenberg nähern. Das Gestein gehört somit jedenfalls in die Reihe, die von den trachytoiden Phonolithen zu den Trachydoleriten hinüberführt; das auffallend starke Gelatinieren des Gesteins mit Salzsäure ist auf die Anwesenheit der Zeolithe zurückzuführen.

B. Sedimentgesteine.

Von den Sedimentgesteinen seiner Aufsammlung (Kalke und Sandsteine von verschiedenem Habitus) hat Dr. Lindner drei Sandsteine analysiert, von denen zwei als Kieselsandsteine, der dritte als überaus feinkörniger Arkose-Sandstein zu bezeichnen sind.

Digitized by Google

III. Roter Kieselsandstein aus der Umgebung des Cerro Tacumbú.

Das in der ersten Mitteilung (pag. 387—389) nach seinem mikroskopischen Befunde geschilderte Gestein, das durch die Art seines „ergänzenden" kieseligen Zementes (G. Klemm in Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XXXIV, pag. 771, spez. pag. 792 ff.) und in seinem Aussehen durchaus dem von Törnebohm beschriebenen Quarzitsandstein aus Dalekarlien gleicht (Neues Jahrb. f. Min. 1877, pag. 210), ergab bei der Analyse folgende Werte:

	III.
SiO_2	97·48
Fe_2O_3	2·30
MgO	0·03
CaO	0·03
Na_2O, K_2O	0·04
H_2O	0·26
H_2O (bis 105°)	0·10
Sa.	100·24
Spez. Gew.	2·612

Das Gestein enthält somit tatsächlich, wie auch das Mikroskop lehrte, außer Quarz und einem färbenden Eisenhydroxyd keine anderen Bestandteile; wie das Verhältnis von Fe_2O_3 zu H_2O zeigt, liegt — ganz entsprechend der intensiven Rotfärbung — in dem Eisenhydroxyd nicht Limonit, sondern eine wasserärmere, rote Verbindung vor.

IV. Grauschwarzer Kieselsandstein von der Estancia Santa Clara, Distrikt von Caazapá.

In dem grauschwarzen Kieselsandstein von Santa Clara fanden sich bei mikroskopischer Betrachtung neben weitaus herrschenden Quarzkörnern ganz untergeordnet Fragmente eines basischen Eruptivgesteins sowie im quarzigen Zement vereinzelte Sericitblättchen und als Titanmineral angesprochene, stark licht- und doppelbrechende Körnchen (vgl. die erste Mitteilung pag. 386—387); der Befund spiegelt sich deutlich in den Zahlen der Analyse wider:

Digitized by Google

	IV.
SiO_2	95·24
TiO_2	0·12
Al_2O_3	0·17
Fe_2O_3	2·14
FeO	0·42
MgO	0·16
CaO	0·51
Na_2O, K_2O	Spuren
H_2O	0·37
H_2O (bis 105°)	0·09
Graphit	0·22
Sa.	99 44
Spez. Gew.	2.601

V. Feinkörniger Arkose-Sandstein $^1/_2$ *km* südlich von der Estancia Santa Clara.

Von den in Paraguay offenbar weit verbreiteten Kieselsandsteinen weicht ein sehr feinkörniger Sandstein, $^1/_2$ *km* südlich von der Estancia Santa Clara gefunden, in jeder Hinsicht merklich ab. In der ersten Mitteilung wurde er nur makroskopisch als ganz licht rötlichgelber bis weißer, ungewöhnlich feinkörniger und derber, in seinem Habitus an feinkörnige Dolomite erinnernder Sandstein beschrieben und wegen des deutlichen Tongeruches als toniger Sandstein bezeichnet; mikroskopisch wurde er erst jetzt auf Grund des beträchtlichen Alkaligehaltes untersucht, den die Analyse ergeben hatte.

Tatsächlich zeigte sich u. d. M., daß das Gestein nicht, wie man nach dem makroskopischen Befunde annehmen sollte, wesentlich aus Quarzkörnchen in einem relativ reichlichen tonigen Zement besteht, sondern daß sich neben herrschenden Quarzkörnchen am Aufbau des Gesteins in erheblicher Menge größtenteils stark getrübte Feldspatkörnchen beteiligen — das tonige Zement tritt sehr stark zurück. Die Größe der Körnchen von Quarz und Feldspat ist sehr gering: Gebilde mit einem Durchmesser von 0·05 *mm* gehören schon zu den größten, der Durchmesser der meisten erreicht nicht den fünften Teil dieses Wertes. Unter den Feldspaten, die bisweilen

Digitized by Google

Mikroklinstruktur aufweisen, ist die Menge der durch Zwillingslamellierung als Plagioklas charakterisierten Körnchen nicht unerheblich — nach den Zahlen der Analyse (2·45 Na_2O und 1·06 CaO gegenüber 1·22 K_2O) würde man vielleicht etwas mehr gestreifte Körner erwarten, doch hindert die starke Trübung der Feldspate in Verbindung mit dem sehr kleinen Korn jede zuverlässige Schätzung; auch würde bei geringerer Zersetzung der Feldspate der Kaligehalt des Gesteins wohl höher sein. Starke optische Deformationen sind bei den Körnchen jeder Mineralart weit verbreitet. Vereinzelt lassen sich im Gestein noch neben kleinen sericitähnlichen Blättchen andere erkennen, die durch ihren Pleochroismus an Ottrelith erinnern; Eisenoxydhydrat ist als allerfeinster Staub, der deutlich nur im auffallenden Licht durch die rötliche Färbung zu erkennen ist, im tonigen Zement des Gesteins verteilt und ist bisweilen in stark zersetzten, durch tonige Zersetzungsprodukte getrübten Körnchen angereichert.

Die chemische Analyse ergab:

	V.
SiO_2	83·97
TiO_2	0·20
Al_2O_3	8·20
Fe_2O_3	0·88
MgO	0·58
CaO	1·06
Na_2O	2·45
K_2O	1·22
H_2O	1·28
H_2O (bis 105°)	0·48
P_2O_5	0·04
SO_3	0·02
Sa.	100·38

Die chemische Zusammensetzung und der mikroskopische Befund zeigen somit, daß ein feinkörniger, relativ feldspatreicher Sandstein mit spärlichem tonigen Zement vorliegt, den man schon als überaus feinkörnigen Arkose-Sandstein bezeichnen kann.

Digitized by Google

Am Schlusse der ersten Mitteilung hatte ich auf die eigentümliche Erscheinung aufmerksam gemacht, daß aus Paraguay von jüngeren Eruptivmassen bisher nur der foyaitisch-theralithischen Reihe zugehörige Gesteine bekannt geworden sind: neben den hier geschilderten, von Lindner im Zentrum und Westen des Landes gesammelten Gesteinen sind aus dem Norden wie aus dem Süden und Südosten bisher nur Nephelinbasalte beschrieben worden. Diese Tatsache erscheint nicht ohne Interesse im Lichte der von Becke in seiner Abhandlung: „Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes" (diese Mitt., XXII, pag. 209—265) entwickelten Anschauungen.

Die Gesteine von Paraguay schließen sich, wie besonders auch die tephritische Tendenz des Phonolithes vom Sabucáy zeigt, der Gesteinsreihe des böhmischen Mittelgebirges an; wie diese sind sie typische Vertreter der foyaitisch-theralithischen oder nach Becke der „schweren Gaureihe", resp. der „atlantischen Gesteinssippe" und stehen im Gegensatz zu den granito-dioritischen und gabbro-peridotischen Produkten des den Stillen Ozean umgebenden Vulkanringes, der „leichten Gaureihe", resp. der „pazifischen Gesteinssippe" (l. c. pag. 248—250). Becke zeigt nun, daß der pazifische Typus sich dort findet, wo jungvulkanische Gesteine längs jungen, durch tangentialen Zusammenschub entstandenen gefalteten Kettengebirgen aufgereiht sind, während Eruptionen des atlantischen Typus an Schollenbrüchen auftreten. Als besonders bezeichnend hebt er die Verhältnisse in Nordamerika hervor: im Gegensatz zu den pazifischen Gesteinen des Westens finden sich atlantische Typen nur östlich von den Rocky Mountains in Montana und ferner in Texas. Die Gesteine von Paraguay entsprechen nun chemisch und geologisch durchaus den atlantischen Gesteinen von Montana und Texas; es können somit auch die Verhältnisse Südamerikas als Hinweis auf die von Becke gefundene Abhängigkeit der chemischen Natur der Ergußgesteine von den ihr Empordringen bewirkenden geologischen Faktoren angesprochen werden.

Digitized by Google

XIV. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft.

Monatsversammlung

vom 6. Februar 1905 im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute.
Anwesend 35 Mitglieder.

Prof. Becke begrüßt die Gäste: Se. Exzellenz den griechischen Gesandten Herrn G. Manos und Dr. E. Sommerfeldt, Dozent der Universität Tübingen.

Der Schriftführer gibt bekannt, daß sich der in der Generalversammlung am 9. Jänner 1905 gewählte Vorstand wie folgt konstituiert hat:

Präsident: Prof. F. Becke.
Erster Vizepräsident: Direktor F. Berwerth.
Zweiter Vizepräsident: Exzellenz E. v. Klepsch.
Schriftführer: Prof. G. Firtsch.

Vorstandsmitglieder:

Hofrat v. Buschmann.
Prof. A. Friedrich.
Prof. Dr. Konrad Kürschner.
Regierungsrat A. v. Loehr.
Dr. F. Perlep.
Hofrat G. Tschermak.
Kommerzialrat J. Weinberger.

Die Geschäfte des Kassiers besorgt Direktor Berwerth.
Sodann folgen Vorträge.

Digitized by Google

Dr. E. Sommerfeldt hält einen Vortrag: Bemerkungen zum Grundgesetz der geometrischen Krystallographie. (Vgl. Zentralblatt f. Mineralogie etc., 1903, 537.)

Über Nephrit und Jadeit.

Vortrag, gehalten in der Sitzung der Wiener Mineralogischen Gesellschaft 6. Februar 1905 von Friedrich Berwerth.

Jene Entwicklungsperiode der Petrographie liegt noch gar nicht weit zurück, wo man krystallinisch-körnige Gesteine von deutlich grüner Färbung mit dem Namen „Grünstein" belegte. Es war nur natürlich, daß sich unter diesem Kollektivnamen sehr verschiedene Gesteine zusammenfanden. Das Mikroskop hat später diese illegale Gesellschaft nicht zusammengehöriger Dinge längst wieder auseinandergeschieden und die Gruppe der Grünsteine, die zumeist diabasisches und dioritisches Material betraf, in wohldefinierte Gesteinsfamilien eingegliedert.

Ein ganz ähnliches Verhältnis wie bei den Grünsteinen bestand auch bei den beiden Mineralen Nephrit und Jadeit[1]), die ich heute auf eine Anregung aus Ihrer Mitte hin kurz besprechen soll. Unter der Bezeichnung „Grünstein" sind beide Minerale lange miteinander vereinigt gewesen, bis auch ihnen in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Stunde der Selbständigkeitserklärung schlug. Den älteren Mineralogen wegen ihren unscheinbaren mineralogischen Eigenschaften kaum bekannt, sind sie trotz dieser Mißachtung, allein auf Grund ihrer Härte und Zähigkeit als Arbeitswerkzeug und Schmuckmaterial der Menschen zu historischen Meilen-

[1]) H. Fischer, Nephrit und Jadeit, nach ihren mineralogischen Eigenschaften, sowie nach ihrer urgeschichtlichen und ethnographischen Bedeutung. Mit 131 Holzschnitten und 2 chromolithographischen Tafeln. Stuttgart 1875. VIII und 411 Seiten. Enthält alles historische und mineralogische Material über die beiden Minerale bis zum Jahre 1875, 2. Auflage, Stuttgart 1880. — Siehe auch Die Mineralogie als Hilfswissenschaft für Archäologie etc. (Archiv f. Anthrop., 1877, Bd. X, Heft 3 u. 4.) Über die in öffentlichen und Privatmuseen Deutschlands, Österreichs, der Schweiz und Oberitaliens vorfindlichen größeren Beile aus Nephrit, Jadeit und Chloromelanit (Korrespondenzbl. d. deutschen anthrop. Gesellschaft, 1880, Nr. 3). Über Verbreitung der Steinbeile aus Nephrit, Jadeit und Chloromelanit besonders in Europa (ibid. 1879, Nr. 3). Untersuchung von Nephritproben aus den Pfahlbauten von Maurach (Neues Jahrb. f. Min. etc., 1883, 2, pag. 80). Über die in Pfahlbauten gefundenen Nephrite etc. (Archiv f. Anthrop., 1866, Heft 3).

Digitized by Google

zeigern in der Entwicklungsgeschichte der Menschheit geworden. Da sie mit Dauerhaftigkeit in der Verwendung auch Schönheit der Farbe verbanden und Glanz besaßen, so ist unter Hunderten von Beispielen anderer Gesteine nur ihnen das Lob „eines edlen Stoffes" zugesprochen worden.

Ich habe es hiermit schon angedeutet, daß der Nephrit und Jadeit als kulturhistorische Objekte wie nur ganz wenige andere Minerale eine lange und glänzende Geschichte aufzuweisen haben. Eine allgemeine Darstellung des Wissens von Nephrit und Jadeit muß darum in zwei Teilen gegeben werden, und zwar Nephrit und Jadeit als Naturobjekte und Nephrit und Jadeit als Kulturobjekte der Völkergeschichte. Wir gehen chronologisch vor und sprechen zuerst vom Nephrit und Jadeit als Kulturobjekten.

Die Kenntnis des Nephrits und Jadeits reicht in Jahrtausende zurück. In Form von Waffen, Hausgeräten, als Schmuckstein und Gegenstand religiöser Verehrung ist der Nephrit auf dem alten Kulturboden Asiens und Amerikas bekannt. Und wie in grauen Vorzeiten steht er auch heute noch bei den Naturvölkern Ozeaniens, wie bei den Bewohnern der Fidschi-Inseln z. B., im Gebrauche und auch bei den relativ hoch kultivierten Chinesen hat sich seine Verwendung aus dem höchsten Altertum herauf bis auf den heutigen Tag erhalten. In seiner ursprünglichen Heimat Asien ist er unter den verschiedensten Völkerstämmen im Brauche und die vielen Namen, unter denen er bekannt ist, zeugen auch für seine allgemeine Verbreitung. Die Chinesen nennen den Nephrit Yü, die Perser Yechm, die Tibetaner Chel, die orientalischen Türken und Mongolen Kasch, die Neuseeländer Punamu, Kawa-Kawa und noch anders. Die Wertschätzung des Nephrit in China hat sogar soweit geführt, daß die Vergebung der Fundgrube des Yü den einheimischen Königen die Mittel einbrachte, wichtige politische Beziehungen mit dem Auslande zu unterhalten. Nach Ritter bildete die Gewinnung des Yü in Khotan ein Monopol des Kaisers von China. Auch jetzt noch geben die Chinesen dem Stein Yü den Vorrang vor allen anderen Steinen, nach seinen fünf symbolisch-moralischen Eigenschaften: 1. Sein Glanz ist mild, human; 2. seine Festigkeit ist die der Mäßigung und Gerechtigkeit; 3. sein Klang gleicht dem der verbreitetsten Wissenschaft; 4. seine Unbiegsamkeit und Unveränderlichkeit bedeuten den Mut; 5. sein Gefüge oder Korn ist das Symbol der Reinheit. Daß ein so hoch-

Digitized by Google

geschätzter Stein bei den Chinesen teuer bezahlt wurde, ist nur selbstverständlich. Fast unglaublich lauten aber die Preise, die im Jahre 1791 in Paris für aus Nephrit gearbeitete Gegenstände bezahlt wurden, z. B. für eine große Trinkschale 72.000 Francs, zwei schöne grüne Schalen je 50.000 Francs. Noch vor 50 Jahren wurde der Nephrit auch in Europa teuer bezahlt, mehrere 100 Mark für irgend einen Gegenstand. Bei Zunahme der Einfuhr von Nephrit ist sein Preis stark gesunken und Gegenstände mit Kunstwert werden daraus kaum mehr verfertigt.

Die Mehrzahl der aufgeführten Namen für Nephrit deuten darauf hin, daß der Nephrit bis noch vor 180 Jahren Jaspis genannt wurde. Der Name Nephrit ist erst nach der Entdeckung Amerikas im 16. Jahrhundert aufgekommen, wo er als sympathetisches Mittel gegen Nierenleiden in Anwendung kam (νεφρός = Niere), worunter allerdings immer noch auch die dichten Quarzvarietäten mitverstanden wurden. Außer bei den Chinesen und den mittelasiatischen Völkern in den schon genannten Verwendungsarten, treffen wir den Nephrit als Lippenstein und in Form von Klangplatten in Amerika, in durchbohrten Scheiben, Kugeln, Zylindern als Halsschmuck in Mexiko und in Form von Zylindern, wieder von den babylonischen und assyrischen Völkern getragen. In Mexiko, Mittel- und Südamerika findet man den Nephrit in Form von Prunkwaffen und Kultuszierraten mit und ohne Gravierung. In Neuseeland, bei dem aussterbenden Stamme der Maoris tragen die Häuptlinge als edelste Waffe Prunkbeile aus Nephrit und hochinteressant sind die in Form von Fratzenbildern geschnitzten Hei-Tikis, die Ahnenbilder darstellen und einer sehr alten Kultur angehören.[1]) Viele dieser Hei-Tikis sind von Cook für die Museen gerettet worden. Heute verfertigen die Maoris keine Hei-Tikis mehr. In Sibirien hat der Stamm der Soioten auf dem Gebiete um den nachträglich bekannten Fundort um Batougol Nephrit als Halsschmuck und an Tabaksbeuteln getragen. Aus diesen gedrängten Angaben ersehen wir, daß der Nephrit in Asien und Amerika lange vor der historischen Menschheitsgeschichte in Verwendung gestanden ist. Aus dieser Zeit ist so gut wie gar nichts über die Fundorte des Nephrits und auch des Jadeits überkommen. Erst um die

[1]) H. Fischer, Über die Nephritindustrie der Maoris. Archiv f. Anthrop., Bd. XV, pag. 463.

Digitized by Google

Mitte des vorigen Jahrhunderts haben wir durch Reisende Näheres über die Fundorte in Asien erhalten.

Die auf den alten Kulturstätten Asiens und Amerikas gesammelten Nephrit- und Jadeitgegenstände waren sachgemäß in den archäologischen Sammlungen zusammengetragen worden und so kam es, daß die Nephrit- und Jadeitobjekte von den Mineralogen unbeachtet blieben. Als aber mit dem Beginn der archäologischen Studien prähistorische Kulturstätten in Europa aufgedeckt wurden, fanden sich unter den Steinwerkzeugen der Steinzeit auch eine große Zahl von Nephriten und Jadeiten in Form von meist kleinen Beilchen. Die Archäologen begannen sich jetzt für eine genaue Bestimmung des alten Steinmaterials zu interessieren und regten die Mineralogen zu Untersuchungen an. Damour in Paris machte die ersten Analysen an Steinbeilen und fand, daß sich in dem in Europa auch als Jade bezeichneten Nephritmaterial zwei Substanzen verbargen, nämlich der echte Nephrit oder sein Jade blanc ou oriental und ein neues Mineral, das er Jadeit nannte.[1]) Durch diese Untersuchungen fand sich Professor Fischer zu Freiburg im Breisgau zu weiteren Forschungen angeregt. Fischer war durch seine kritisch-mikroskopischen Studien an dichten Mineralsubstanzen für derartige Untersuchungen am besten vorbereitet und er nahm die Prüfung aller in Sammlungen befindlichen Steinobjekte auf, nach allen Seiten Anregungen für Aufnahme ähnlicher Untersuchungen austeilend. Durch seine fleißigen Studien schuf er in ganz wenigen Jahren die europäische Nephrit-Jadeitfrage.[2]) Das Auffinden von meist kleinen Nephritbeilchen in Süditalien und insbesondere in den Pfahlbauten an den Schweizer Seen und am Bodensee (Maurach) und ferner die reichen Funde von Jadeit bis zu ansehnlicher Größe in über 100 Lokalitäten Frankreichs, in der Schweiz, in Mitteldeutschland, Dalmatien, Mähren[3]) und Ungarn[3]) veranlaßten nämlich Fischer zu den weitgehendsten Folgerungen, die in der Behauptung gipfelten, daß sämtliche europäischen prähistorischen Nephrit- und Jadeitbeile von aus Asien nach

[1]) A. Damour, Comptes rendus, Bd. LVI, 1863, pag. 861.

[2]) F. Berwerth, Die Nephrit-Jadeitfrage. (Mitt. d. Anthrop. Ges., Wien, April 1890.)

[3]) F. Berwerth, Mitt. d. Wiener Anthrop. Gesellschaft, Jänner 1888. Siehe auch chemische Analyse von Jadeitbeilen. Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitt., Bd. XX, pag. 357.

Digitized by Google

Europa sich bewegenden Völkerzügen eingeschleppt worden seien. Fischer gründete seine Ansicht auf die Tatsache, daß außer den aus Diluvialablagerungen der norddeutschen Tiefebene stammenden drei Nephritblöcken von Potsdam, Schwemsal und Leipzig[1]) von europäischen im Fels anstehenden Nephritvorkommen nichts bekannt war. Wenn die Theorie Fischers richtig war und zur Geltung kam, so waren die Nephrit- und Jadeitbeilchen berufen, ganz bedeutsame völkergeschichtliche Fragen zu entscheiden. Über Drängen der Archäologen und Ethnographen entstand nun ein förmliches Nephritfieber. Hier in Wien erfaßte mich die Nephritwoge und fiel es mir zu, die neuseeländischen Nephrite und den nephritähnlichen Serpentin „Tangiwai" der Maoris zu untersuchen.[2]) Das Resultat meiner Arbeit war, daß ich auf Grund der wenigen vorhandenen Kenntnisse vom Vorkommen des Nephrit in Asien und Neuseeland und hauptsächlich wegen der Beschränkung der Nephritbeilchen auf die Alpen im Jahre 1878 zum ersten Male mit Entschiedenheit die Ansicht aussprach, daß gar keine Bedenken bestehen, daß „dichter Strahlsteinschiefer", der eben der Nephrit ist, auch in den Alpen sich werde auffinden lassen und keine Nötigung bestehe, Pfahlbaunephrite als Importartikel aufzufassen.

Fischer[3]) lieferte mir eine sehr hartnäckige Verteidigung seiner Ansicht, worauf ich nochmals eine Lanze für den Alpennephrit brach.[4])

Den Beweis für seine Theorie suchte Fischer jetzt durch den Vergleich des europäischen und asiatischen Materials zu erbringen. An allen Ecken und Enden Europas wurde, man kann sagen, jedes Nephrit- und Jadeitstück untersucht, um aus den Textureigentümlichkeiten und mineralogischen Akzessorien die Übereinstimmung des europäischen Materials mit dem asiatischen nachzuweisen. Arzruni[5])

---

[1]) H. Credner, Über die Herkunft der norddeutschen Nephrite. (Korresp.-Blatt d. deutschen Gesellschaft f. Anthrop., Ethnogr. u. Urgesch., Jahrg. XIV, Nr. 4, 1883, pag. 26.)

[2]) F. Berwerth, Über Nephrit und Bowenit aus Neuseeland. (Sitzungsb. d. k. Akademie d. Wiss. i. Wien, Bd. LIII, 1879, 2. Abteil.).

[3]) H. Fischer, Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. 1880, 1, pag. 170.

[4]) F. Berwerth, Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. 1881, 1, pag. 99.

[5]) A. Arzruni, Verhandl. d. Berliner Anthrop. Gesellsch., 1881, pag. 281; 1882, pag. 564; 1884, pag. 300; 1884, pag. 299; 1884, pag. 358; 1886, pag. 132; 1887, pag. 455. — Zeitschr. f. Ethnologie, Berlin 1883, pag. 163; 1892, pag. 19.

Digitized by Google

in Deutschland beteiligte sich in hervorragender Weise an diesen Untersuchungen, Beck und Muschketow[1]) in Petersburg prüften sämtliche russische Vorkommnisse. Es ergaben sich manche Übereinstimmungen, aber viel mehr Widersprüche aus den Beobachtungen an morgenländischen und abendländischen Nephriten und Jadeiten. Fischer ließ sich aber in keiner Weise wankend machen, für ihn war der Import der Nephrite und Jadeite nach Europa zum Dogma geworden. Den ersten schweren Stoß erlitt Fischers Theorie durch Auffindung von anstehendem Nephritfels im Zobtengebirge in Schlesien durch Traube[2]) und die späteren Funde von Nephritgeschieben in Ablagerungen der Mur in Steiermark.[3])

Durch diese Funde war die Nephritfrage zugunsten der Gegner Fischers entschieden. Er hat aber die Kampffeder nicht niedergelegt und noch als Sterbender suchte er seine mit Energie verfochtene Theorie von der Einfuhr des Nephrit zu stützen. Wenn mit Fischer, dem letzten Verteidiger der Nephrittheorie, auch diese selbst gefallen ist, so bleibt es für alle Zeit sein unvergängliches Verdienst, daß er die Untersuchung der Nephrite und Jadeite auf eine wissenschaftliche Basis gebracht hat und sind die großen Fortschritte in der Erforschung aller archäologischen Steinobjekte seinem Einfluß und seiner Arbeit zu danken.

Als was für Substanzen charakterisieren sich nun der Nephrit und Jadeit in mineralogischer Beurteilung?

Chemische Zusammensetzung:

	Nephrit Neuseeland, dichte Grundmasse, Berwerth
SiO_2	57·35
Al_2O_3	0·22
FeO	5·94
MgO	20·70
CaO	13·47
H_2O	3·13
	100·81

Spez. Gew. = 3·089.

[1]) W. Beck und J. W. v. Muschketow, Verhandl. d. russischen Mineralog. Gesellsch., St. Petersburg, 2. Serie., Bd. XVIII, 1883, pag. 1.

[2]) H. Traube, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1885, 2, pag. 91.

[3]) F. Berwerth, Wiener Anthrop. Gesellsch., 1883, Bd. XIII. — Annalen d. naturhistor. Hofmuseums, Bd. III, 1888, pag. 79. — Mitt. d. Wiener Anthrop. Gesellsch., Jänner 1888, April 1890.

Digitized by Google

Der Nephrit ist heute als ein kryptomeres Aggregat feinfasrigen Strahlsteins erkannt und bildet somit ein Glied der großen Amphibolgruppe. In manchen Nephriten wurden Pyroxenreste gefunden, aus denen der Strahlstein durch Uralitisierung hervorgegangen ist. Als Begleitminerale erscheinen Chromit, Magnetit und andere Erzkörnchen.

Die Anordnung der Fasern ist mannigfaltig, es gibt parallelfasrig struierte, aus Faserbündeln gruppierte, aber zumeist aus einem feinen Faserfilze gewebte Nephrite. Letzterer Eigenschaft verdankt der Nephrit seine enorme Zähigkeit, die nebst der Härte ihn in erster Reihe als Werkzeug und der Politurfähigkeit und der schönen Farben wegen auch als Halbedelstein verwendbar macht. Als F. Kranz[1]), Besitzer des Mineralien-Comptoirs in Bonn, einmal aus einem Nephritblocke Handstücke schlagen wollte, war das mit gewöhnlichen Werkzeugen ganz unmöglich. Man brachte den Block schließlich unter einen Dampfhammer, als aber der Hammer auf den Block niederfiel, zersplitterte der Hammer und der Block blieb unversehrt. Erst als ein Arbeiter vorschlug, den Block zu erhitzen und dann heiß ins Wasser zu werfen, gelangte man zum Ziele. In Petersburg ist ein sibirischer Nephrit nach modernen Methoden auf seine Druckfestigkeit geprüft worden, die eine Belastung von 7759 *kg* ergab, das ist eine Festigkeit, die höher ist als beim besten Stahl.

Die Farben der Nephrite wechseln je nach dem Eisengehalt. Je weniger Eisen darin vorhanden ist, um so heller ist die Färbung, und zwar wachsweiß bis grünlichweiß. Mit Zunahme des Eisengehaltes nehmen sie lauchgrüne, olivengrüne bis tiefgrüne Färbung an. Da fast sämtliche Nephrite eine verkappte Schieferung zeigen, so ist er als ein dichter Strahlsteinschiefer zu bezeichnen.

Die Entstehung der Nephrite verweist auf ein ursprüngliches Eruptivmaterial von der Natur der Peridodite. Ich will es nicht versäumen, auch auf die verwandtschaftlichen Beziehungen hinzuweisen, die zwischen den von Becke beschriebenen Pilitpseudomorphosen nach Olivin zu bestehen scheinen.[2])

Die allerersten Nachrichten über anstehende Nephritlager in Asien hat Hermann v. Schlagintweit[3]) nach Europa gebracht. Die Nephrit-

[1]) H. Fischer, Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitt., 1873, III, pag. 135.

[2]) F. Becke, Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitt., Bd. V, pag. 163.

[3]) H. v. Schlagintweit, Sitzungsber. d. math.-nat. Kl. d. k. bayrisch. Ak. d. Wiss., 1873, 2, pag. 227.

Digitized by Google

brüche, die er aufgesucht hat, liegen in Khotan, der Hauptpunkt ist Gulbáshén im Karakashtale in Ost-Turkestan. Die Nephritmasse in den Brüchen von Konákán und Kárála bezeichnet er als metamorphische Ausscheidung in krystallinischen Gesteinen. Neben und unter dem Nephrit liegt Gneis, neben ersterem noch Grünstein. Die Nephritlager, die im Streichen des Gesteins liegen, erreichen 20 bis 40 Fuß Mächtigkeit. Wenn wir statt Gneis Granulit setzen und den Grünstein, der ein Gemenge von Hornblende, Kali- und Natronfeldspat ist, mit der Pyroxen-Amphibolzone in Jordansmühle in Vergleich stellen, so läßt sich eine geologische Verwandtschaft beider Vorkommnisse herstellen. Auch Stoliczka [1]) hat Nephritgruben im Karakashtale im Künlüngebirge besucht. Seine petrographischen Angaben geben uns keine deutliche Vorstellung der Gesteinsverhältnisse. Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und anscheinend zeolithische Gänge begleiten den Nephrit. Die Angaben von Hector und Hochstetter [2]) über das Vorkommen des Nephrits an der Westküste der Südinsel Neuseelands (Tewahi Punamu = Ort des Grünsteins) berichten, daß sich die Rollstücke des Nephrits in der Nähe eines mächtigen Serpentinzuges und metamorpher Schieferschichten finden. Unsern heutigen Ansprüchen an die wissenschaftliche Darstellung eines Nephritvorkommens werden nur die Mitteilungen Traubes über den Fund im Zobtengebirge gerecht. In Jordansmühl ist das Vorkommen des Nephrit an das Auftreten von Granulit oder Serpentin gebunden, der in Verbindung mit Gabbro steht. Der Serpentin überlagert den Granulit und wo Serpentin und Granulit zusammentreffen, erscheint der Nephrit, der in 30 *cm* dicken Lagen die Grenze beider begleitet. Außerdem erscheint der Nephrit in Knollen im Serpentin, die in der Nähe der Granulitgrenze lagern. Die Nephrite des Serpentins sind hellfarbig und die andern haben dunklere grüne Farben. In den Gangzonen des Granulit zum Nephrit entwickeln sich gegen den Nephrit Übergänge von einem Pyroxen-Amphibolgestein unter Führung von Epidot und Zoisit, die in der Nähe der Nephritbänder verschwinden Chemisch stimmt das Pyroxen-Amphibolgestein mit dem Nephrit überein. Die an den Granulit gebundenen Nephrite sind durchschnittlich grobfaserig und geben deutlich ihre Entstehung aus Pyroxen zu erkennen, aus

[1]) Stoliczkas Briefe, mitgeteilt von Richthofen in Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellschaft. Sitzung v. 1. Juli 1874, pag. 183.

[2]) F. v. Hochstetter, Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss., Bd. XLIX, 1864, pag. 466.

Digitized by Google

dem die Hornblendefasern hervorgegangen sind, so daß man diese Nephrite als Pyroxennephrite bezeichnen kann. — Die hellfarbigen Nephrite des Diallag-Serpentin bestehen aus einem verworrenen Aggregat von Faserbüscheln mit wenigen größeren Hornblende-Krystallen. In den im Serpentin aufsitzenden Nephriten finden sich keine Pyroxenreste, die Traube darum als primären Nephrit auffaßt. Die von mir beschriebenen Nephrit-Geschiebe aus der Mur in Steiermark habe ich schon erwähnt. Der im Gouvernement Irkutsk in großen Blöcken vorkommende Nephrit und der durch Alibert in alle größeren Museen Europas gelangte ist im Jahre 1897 durch den russischen Geologen Jatschewsky[1]) im Flußgebiete des Anote und Urik in 4 Lagern anstehend entdeckt worden. Nach seinen Mitteilungen ist der Nephrit auch hier ein Glied stark gestauchter metamorpher Schiefer.

Die Petrogenese des Nephrit ist noch nicht vollkommen festgestellt, was auch daraus hervorgeht, daß Professor Kalkowsky nach einer brieflichen Mitteilung an mich sämtliche Nephrite als Umwandlungsprodukte nach Serpentin auffaßt, worüber er bald berichten wird.

Schließlich müssen wir noch dem Jadeit eine kurze Besprechung widmen. Der Jadeit ist ein feinkörniges bis dichtes, selten grobkörniges Aggregat von Jadeitkörnern, von oft schneeweißer Farbe und dann marmorähnlichem Aussehen, auch grünlich oder weißlich mit einem Stich ins Violette und endlich in den genannten Farben fleckig, geadert oder geflammt. Der Bruch ist uneben und splittrig, H = 6·5, spez. Gew. = 3·3. Die Struktur ist granoblastisch. Seine Zusammensetzung[2]) ist folgende:

	Jadeit von Tamaw, Oberbirmah, Analyse von Busz	Chloromelanit Humboldtbai, Neu-Guinea, Analyse von Frenzel
SiO_2	58·46	56·80
Al_2O_3	25·75	16·25
FeO	—	7·53
MgO	0·34	3·13
CaO	0·63	5·60
Na_2O	13·93	12·06
Glühverlust	1·00	0·25
	100·11	101·62

Spez. Gew. = 3·332

[1]) L. Jatschewsky, Verhandl. d. kais. russ. mineralog. Gesellsch. zu Petersburg. Bd. XXXIV, pag. 36 und Bd. XXXV, pag. 13, russisch.

[2]) Max Bauer, Der Jadeit und die anderen Gesteine von Tamaw in Oberbirmah. (Neues Jahrb. f. Min. etc., 1896, I, pag. 18.)

Digitized by Google

Der Jadeit ist demnach und nach seiner Spaltbarkeit ein monokliner Tonerdenatronpyroxen. Den eisenreichen Jadeit hat Damour mit dem Namen Chloromelanit (siehe Analyse) belegt. In den letzten Jahren ist der Chloromelanit als anstehender Fels in krystallinem Schiefergebirge in Neu-Guinea[1]) und im Susatal in Oberitalien aufgefunden worden. Als akzessorische Bestandteile erscheinen im Jadeit Rutil, Titanit, Epidot, Feldspat. Nach Bauer soll ein Birmahner Jadeit auch Nephelin enthalten. Es kann daran erinnert werden, daß die Zusammensetzung des Jadeit die der eläolithsyenitischen Alkalimagmen ist, wobei der Mangel an K_2O stark auffallen muß. Auch aus anderen Gründen ist diese Beziehung nicht aufrecht zu erhalten.

Der einzige uns bekannt gewordene Fundort von Jadeit liegt beim Dorfe Tamaw in Oberbirmah, 5 Tagreisen von Mogoung entfernt. Der Fundort liegt nahe an der Grenze zur chinesischen Provinz Yünann und dürften die Chinesen ihren ganzen Bedarf an Jadeit von hier gedeckt haben. Er wird in den Alluvionen des Uruflusses aufgeklaubt und bei Tamaw durch Steinbruch gewonnen. Dieser Platz ist uns erst seit 25 Jahren bekannt, er liegt auf einem vom dichtesten Dschungel bewachsenen hohen Plateau. Das Plateau ist von tertiärem Sandstein gebildet. Dem Plateau ist eine niedrige Kuppe von Serpentin aufgesetzt und mit diesem ist der Jadeit vergesellschaftet. Der Jadeit liegt unterhalb des Serpentins, von ihm getrennt durch eine Kluft von mulmig weichem Gestein. Der Jadeit scheint unter den Serpentin einzuschießen. Diese ersten verläßlichen Mitteilungen über den Jadeitfundort hat uns F. Noetling[2]) vermittelt. Eine Mitteilung über die neuesten Untersuchungen am Jadeit können wir nicht übergehen, da sie unser Wissen über den Jadeit wesentlich vorwärts bringt.

Daß die Jadeite aus dem metamorphen Schichtgebirge stammen, war schon aus ihrer eigentümlichen granoblastischen Struktur und einigen anderen mineralogischen Merkmalen abzuleiten. Große Jadeitplatten aus Birmah mit gabbroider Struktur ließen mich schon lange vermuten, daß die Jadeite ein Umwandlungsprodukt von Gabbro-

[1]) A. Wichmann, Chloromelanit von Neu-Guinea (Petermanns Mitt., Bd. XLXI, 1903, 9, pag. 216). F. Berwerth, Chloromelanitbeil von Černikal im Küstenland (Tschermaks Min. u. petr. Mitt., Bd. XX, 1901, pag. 356).

[2]) F. Noetling, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1896, 1, pag. 1.

Digitized by Google

material sind. Die Gabbrofamilie liefert nach Grad und Art der Metamorphose sehr mannigfaltige Serien mineralischer und struktureller Umwandlungstypen. Ein Derivat des Gabbro ist auch der Eklogit. Frl. Dr. Hezner[1]) in Zürich, unsere erste mineralogische Publizistin, hat in der allerletzten Zeit echte Jadeite und einige jadeitische Steinwerkzeuge aus meist schweizerischen Pfahlbauten untersucht und sie war überrascht, zu finden, daß in den vom Eklogit makroskopisch und chemisch stark verschiedenen Jadeiten sich deren mikroskopisches Gesteinsbild wiederholt. Im Schliffe erscheinen die Jadeite als granatfreie oder granatarme Eklogite. Wenn man vermuten mußte, daß zwischen den Eklogiten und Jadeiten eine Übergangsreihe bestehe, die sich chemisch durch das reichliche Erscheinen des Jadeitmoleküls im Pyroxen und mineralogisch durch das Zurücktreten des Granat charakterisiere, so fand diese Vermutung ihre Bestätigung in den von Franchi studierten eklogitischen Glimmerschiefern von Biella. In diesen Glimmerschiefern finden sich echte Eklogite mit Übergängen zu Pyroxeniten, die man wegen ihres hohen Natrongehaltes zu den Jadeiten und Chloromelaniten zählen kann. Die Pyroxene enthalten 6·91—7·73% Na_2O. Fräulein Hezner hat nun bei Untersuchung von sogenannten „Saussuriten" aus Pfahlbauten gefunden, daß in deren feinem Grundgewebe einsprenglingsartige Nester von Pyroxenen enthalten sind, welche strukturell und optisch ganz den Jadeiten gleichen. Unter Saussurit verstehen wir ein Gemenge von Zoisit oder Epidot mit Albit, seltener Orthoklas mit verschiedenen Akzessorien. Die untersuchten Saussurite besaßen durchwegs ein spez. Gew. über 3·40. Da selbst das schwerste Mineral in Saussurit, der Zoisit, diese Höhe nicht erreicht, so muß ein anderer Bestandteil das Gewicht erhöhen. Die untersuchten Saussurite sind dichte, zähsplittrige, kantendurchscheinende Gesteine von massiger Textur und ließen sich in drei Gruppen scheiden, deren eine „jadeitartige Saussurite" ausmachen, die zwei anderen Gruppen sind eklogitartige und Hornblende und Zoisit führende Saussurite. Ein Beil von Geralfingen am Bieler See trägt nun vollständig jadeitischen Habitus und besteht fast nur aus Pyroxen, der Übergänge in Hornblende zeigt. Daneben erscheinen Titanit und wenig Epidot. Andere Saussurite sind porphyroblastische Gesteine mit granoblastischem

[1]) L. Hezner, Neues Jahrb. f. Min. etc., XX, pag. 133.

Digitized by Google

Grundgewebe. Die porphyroblastischen Ausscheidungen sind Aggregate von natronhaltigen Pyroxenkörnern, die gewöhnlich von Granatidioblasten umgeben sind. Das Grundgewebe besteht aus feinen buchtigen Körnchen desselben Pyroxens. Die Analyse einer Probe von Schaffis gab keinen Wassergehalt und in der Voraussicht, daß der chemische Gehalt der Gesteine im wesentlichen unverändert bleibt, wurde die Analyse auf das wahrscheinliche Ursprungsgestein berechnet, wobei sich ergab, daß das jadeitische Gestein seinen Analysenort bei Anwendung des Dreieckschema in nächster Nähe eines Gabbro von Harzburg hat. Da die Grundmasse morphologisch einer saussuritischen Feldspatmasse sehr ähnlich sieht, so wird eine Augitisierung der Feldspäte angenommen, während die porphyroblastischen Teile aus einzelnen großen Gabbropyroxenen entstanden. Es ist nun interessant, daß am Neuenburger See in den achtziger Jahren gefundene Geschiebe mit den Analysen der jadeitartigen Saussurite übereinstimmen. Damals wurde die Analyse mit der Analyse eines reinen Jadeit verglichen und konnte sie darum keinen entscheidenden Beweis für die Anwesenheit des Jadeit in der Schweiz bieten. Jetzt ist es aber sichergestellt, daß rohe saussuritartige Geschiebe und Steinbeile im Material identisch sind.

Ausstellung: Nephrit, Jadeit und Bildstein.

Als Illustrationsmaterial zum Vortrage Berwerths über Nephrit und Jadeit hatte die min.-petrogr. Abteilung des naturhist. Hofmuseums 40 Proben von Nephrit- und Jadeitvorkommnissen in Rohstücken und Platten und die ethnographische Abteilung des Hofmuseums durch Regierungsrat Heger über 40 Nummern von Nephrit- und Jadeitgegenständen beigestellt. Eine Auswahl von steirischen Nephriten waren vom Mitgliede Dr. Hatle in Graz eingesandt worden.

Regierungsrat von Loehr hatte eine reiche Suite von kleinen Nephrit- und Jadeitobjekten und Herr Dr. F. Perlep mehrere Figuren aus Bildstein und das min.-petrogr. Institut der Universität ein Ohrgehänge aus Nephrit beigestellt. Einige aus Idai eingelangte Nephritgegenstände vertraten in unvorteilhafter Weise Steinschneidearbeiten aus der Gegenwart.

Außerdem hatte der als Gast anwesende k. griechische Gesandte und bevollmächtigte Minister Se. Exz. G. Manos mehrere hervorragende Kunstobjekte aus Nephrit und Jadeit zur Besichtigung gebracht.

Rohnephrite, nach Farbe und Vorkommen zusammengestellt, waren vertreten durch Vorkommnisse in Turkestan, Neu-Seeland (als Vergleichsmaterial auch Tangiwai-Bowenit), Sibirien, Steiermark, Jordansmühle in Schlesien, Schweiz, Alaska.

Der Jadeit mit allen bekannten Farbenzeichnungen war vertreten durch Proben von Tammar in Birmah in Rohstücken und Platten, zu dem auch alle aus

Digitized by Google

China kommenden Jadeite gehören, aus Tibet und durch Steinbeile aus Frankreich und der Schweiz.

Den Chloromelanit repräsentierten Rohstücke aus Neu-Guinea und aus dem Susatal in Italien.

Die ausgestellten Nephrit- und Jadeitaltertümer stammten aus China, Chinesisch-Turkestan, Tibet, Neu-Seeland, Neu-Kaledonien, Syrien, Kleinasien, Mexiko, Venezuela, Chile und Guadeloupe. Außer einigen prächtigen Schalen, Vasen, Schnitzwerken und Schmuckgegenständen erregten besondere Aufmerksamkeit eine große Jadeit-Götterfigur aus Mexiko und ein Hei-Tiki (Ahnenbild) aus dem Stamme der Maoris auf Neu-Seeland.

Eine Imitation von Jadeit war vertreten durch einen Ringstein aus Glasmasse.

Besuch des elektrotechnischen Institutes.

Am 20. Februar besuchten die Mitglieder der W. M. G. das elektrotechnische Institut der technischen Hochschule.

Sie versammelten sich in dem großen Hörsaal des Institutes, wo der Leiter desselben Prof. K. Hochenegg sie begrüßte und in einem einleitenden Vortrag die Einrichtungen des Institutes erläuterte. Nach Vorführung eines interessanten Experimentes im Hörsaal (Erzeugung von Calcium-Carbid im elektrischen Lichtbogen) erfolgte ein Rundgang durch das Institut unter der Führung von Professor Hochenegg und Prof. Reithoffer. Dieser führte in der ihm unterstehenden Abteilung des Institutes eine Reihe glänzend gelungener Experimente über drahtlose Telegraphie und Tesla-Entladungen durch.

Die reichen und zweckmäßigen Einrichtungen des Institutes wurden von den Mitgliedern der Gesellschaft lebhaft bewundert und in seinen Dankworten gab der Vorsitzende der Gesellschaft diesen Eindrücken den geziemenden Ausdruck.

Digitized by Google

XV. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

d'Ans J.: Das wasserfreie Ferrosulfat und seine Zersetzung bei höheren Temperaturen (Dissertation). Kiel 1905.

Barvíř H.: Über die Verhältnisse zwischen dem Atomgewicht und der Dichte bei einigen Elementen. — Sitzungsber. der königl. böhm. Ges. der Wiss., Prag 1904.

Derselbe: Über die Verhältnisse zwischen dem Lichtbrechungsexponenten und der Dichte bei einigen Elementen. — Sitzungsber. der königl. böhm. Ges. der Wiss., Prag 1904.

Böcker E. u. Kämmerer P.: Krystallographische Bestimmungen an den eine neue Art von optischer Isomerie darbietenden Modifikationen des Benzoylmethylhexanoxims. — Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1905, Nr. 6, pag. 178—184. Stuttgart 1905.

Dittrich M. u. Pohl R.: Über Bestimmung von Zirkon neben Titan, insbesondere in Gesteinen. — Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. XLIII, pag. 236—241. Hamburg und Leipzig 1905.

Krogh A.: The abnormal CO_2-Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid. Meddelelser om Gronland. Sex og tyvende Hefte. Kjobenhavn 1904.

Derselbe: On the Tension of carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea. — Meddelelser om Gronland. Sex og tyvende Hefte. Kjobenhavn 1904.

Mache H.: Über die Radioaktivität der Gasteiner Thermen. — Sitzungsber. der kais. Ak. der Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl., Bd. CXIII, Abt. II a, November 1904, pag. 1329—1359. Wien 1904.

Mönch W.: Über die elektrische Leitfähigkeit von Kupfersulfür, Silber-, Blei- und schwarzem Quecksilbersulfid (Inauguraldissertation). — Neues Jahrb. f. Min. etc., Beilage, Bd. XX. Stuttgart 1905.

Moissan H.: Einteilung der Elemente. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. Th. Zettel. Berlin 1904.

Nakamura S.: Über einen Quarzhalbschattenapparat. — Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1905, Nr. 9, pag. 267—279. Stuttgart 1905.

Viola C.: Über das Grundgesetz der Krystalle. — Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1905, Nr. 8, pag. 225—236. Stuttgart 1905.

Viola C. M.: Physikalische Chemie und Krystallographie. — Chemiker-Zeitung, 1905, 29, Nr. 32. Cöthen 1905.

Digitized by Google

Mineralogie.

Bilecki A.: Das Gold (Vortrag). — Separatabdruck a. d. 11. Jahresber. der schlesischen Handelsschule in Troppau.

Boggild O. B.: On some Minerals from the Nephelite-Syenite at Julianehaab, Greenland (Erikite and Schirolithe). — Meddelelser om Gronland. Sex og tyvende Hefte. Kjobenhavn 1904.

Borgström L. H.: Über Kassiterit von Pitkäranta. — Zeitschr. f. Kryst., XL, 1. Heft, pag. 1—12. Leipzig 1904.

Gasser G.: Die Mineralien Tirols. Lieferung II. – Rochlitz i. S., Verlag v. R. Zimmermann.

Königsberger J.: Danburit aus dem Syenit des Piz Giuf. — Zentralbl. f. Min. etc., Nr. 12, pag. 377—380. Stuttgart 1905.

Le Royer, Brun A., Collet: Synthese du périclase. — Arch. des scienc. physiq. et nat. Quatr. période. T. XVIII. Sept. 1904.

Melczer G.: Daten zur genaueren Kenntnis des Albit. — Zeitschr. f. Kryst., XL, 6. Heft, pag. 571—587. Leipzig 1905.

Slavik F.: Mineralogische Mitteilungen aus Westmähren. II. Turmalin vom Cyrillhof bei Groß-Meseritsch — Hyalit von Lukow — Schwefel von Lhota bei Kunstadt. — Bulletin intern. de l'Académie des sciences de Bohême, 1904.

Suess F. E.: Über Perthitfeldspäte aus krystallinen Schiefergesteinen. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1904, Bd. LIV, Heft 3 und 4, pag. 417—430. Wien 1904.

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

Agamennone G.: L'Attività del R. Osservatorio Geodinamico di rocca di papa durante l'anno 1902. — Boll. della Soc. Sism. Ital., Vol. X. Modena 1904.

Anderson W.: Second report of the geological Survey of Natal and Zululand. London 1904.

Barvíř H.: Geologische und bergbaugeschichtliche Notizen über die einst goldführende Umgebung von Neu-Knin und Štěchovic in Böhmen. — Sitzungsber. der königl. böhm. Ges. der Wiss., Prag 1904.

Brun A.: L'éruption du Vésuve de septembre 1904. — Arch. des scienc. physiq. et nat. Quatr. période. T. XVIII. Nov. 1904.

Dittrich M.: I. chemisch-geologische Untersuchungen über „Absorptionserscheinungen" bei zersetzten Gesteinen. II. — Mitt. der großh. bad. geol. Landesanst., Bd. V, 1. Heft, 1905, pag. 1—23.

Eisele H.: Über den Kontakthof des Granits von Baden-Baden. — Zentralbl. f. Min. etc., 1905, Nr. 11, pag. 342—343.

Engelt M. C.: Undersogelser og Opmaalinger ved Jakobshavns Isfjord og i Orpigsvit i Sommeren 1902. — Meddelelser om Gronland. Sex og tyvende Hefte. Kjobenhavn 1904.

Grubenmann U.: Über Pneumatolyse und Pegmatite mit einem Anhang über den Turmalinpegmatit vom Piz Cotschen im Unterengadin. — Vierteljahrschrift der naturforsch. Ges. in Zürich, XLIX, 1904, pag. 376—391.

Hammer W.: Die krystallinen Alpen des Ultentales. II. Das Gebirge nördlich der Faltschauer. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1904, Bd. LIV, Heft 3 und 4, pag. 541—576.

Digitized by Google

Hammer W.: Geologische Aufnahme des Blattes Bormio-Tonale (Zone 20, Kol. III der österr. Spezialkarte.) — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1905, Bd. LV, Heft 1, pag. 1—26.

Hezner L.: Über einige in schweizerischen Pfahlbauten gefundene Steinwerkzeuge. — Neues Jahrb. f. Min. etc., Beilage, Bd. XX, pag. 133—148. Stuttgart 1904.

Hibsch J. E.: Das geologische Alter des Sandsteines der Salesiushöhe bei Osseg in Nordböhmen. — Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1904, Nr. 15, pag. 331—336.

Kaech M.: Geologisch-petrographische Untersuchung des Porphyrgebietes zwischen Lago Maggiore und Valsesia. — Eclogae Geol. Helv. VIII, Nr. 1, pag. 49—166. Lausanne 1903.

Derselbe: Notiz über einen neuen Fund von Fischschiefern im Flysch der schweizerischen Nordalpen. — Zentralbl. f. Min. etc., 1903, pag. 742—743. Stuttgart 1903.

Katzer F.: Beiträge zur petrologischen Kenntnis des älteren Paläozoikums in Mittelböhmen. — Ungarische Montan-, Industrie- und Handelszeitung, XI, Nr. 8. Budapest, 15. April 1905.

Koch A.: Die geologischen Verhältnisse des Bergzuges von Radobánya—Szt. András. Mathematische und naturw. Ber. aus Ungarn, XXII, pag. 1—28.

Lindemann B.: Über einige wichtige Vorkomnisse von körnigen Karbonatgesteinen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entstehung und Struktur (Inauguraldissertation). Stuttgart 1904.

Loewinson-Lessing: Geologische Skizze der Besitzung Jushno—Saosersk und des Berges Deneshkin Kamen im nördl. Ural. — Travaux de la société des naturalistes de St. Pétersbourg, vol. XXX, livr. 5. Section de Géologie et de Minéralogie.

Nordenskjöld O.: Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete. — Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, VI, part 2, pag. 234—246.

Derselbe: Die krystallinischen Gesteine der Magellansländer. — Sonderabdr. aus „Wissenschaftl. Ergebnisse der schwed. Exped. nach den Magellansländern 1895—1897 unter Leitung von Otto Nordenskjöld", pag. 175—239. Stockholm 1901.

Derselbe: Notes on some specimens of rocks collected by C. Krunse on the East coast of Greenland between lat 65°35′ and 67°22′ N. — Meddelelser om Gronland, Vol. XXVIII. Kopenhagen 1902.

Osmont V. C.: A geological section of the coast ranges north of the bay of San Francisco. — University of California publications. Bull of the Dep. of Geol., Vol. IV, Nr. 3. pag. 39—87. Berkeley.

Derselbe: Arcas of the California Neocene. — University of California publications. Bull. of the Dep. of Geol., Vol. IV, Nr. 4, pag. 89—100. Berkeley.

Petraschek W.: Über Gesteine der Brixener Masse und ihre Randbildungen Jahrb. d. k. k. geol. R., Bd. 54, H. 1, 1904.

Derselbe: Die Mineralquellen von Nachod und Cudowa. (Vortrag.) — Separatabdruck aus dem Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst., 1903, Bd. 53, H. 3, pag. 459—479. Wien 1904.

Proboscht H.: Zur Petrographie des Fassatales. — Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1905, Nr. 2, pag. 46—54. Stuttgart 1905.

Digitized by Google

Derselbe: Über das Vorhandensein von Malnitzer Schichten in der Gegend von Choteboř in Ostböhmen. — Separatabdruck a. d. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1904, Nr. 2, pag. 59—62.

Derselbe: Über die jüngsten Schichten der Kreide Sachsens. — Separatabdruck a. d. Abh. der naturw. Ges. „Isis" in Dresden. Jahrg. 1904, H. 1. Dresden 1904.

Počta P.: Geologische Karte von Böhmen (Sekt. V). Weitere Umgebung Prags. Archiv d. naturw. Landesdurchf. von Böhmen, XII Bd., Nr. 6. Prag 1903.

Romberg J.: Berichtigung. — Zentralbl. f. Min. usw. 1905, Nr. 6, pag. 185—186.

Sauer A.: Das alte Grundgebirge Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung des Erzgebirges, Schwarzwaldes, der Vogesen, des bayrischen Waldes und Fichtelgebirges. — Separatabdruck aus den Comptes rendus IX Congrès géol. internat. Vienne 1903, pag. 587—602. Wien 1904.

Schardt H.: Eaux du tunnel du Simplon. (Vortrag.) Bull. soc. vaud. sc. nat. Vol. XL, 149.

Derselbe: Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon comparés aux travaux antérieurs. — Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. VIII, Nr. 2, pag. 173—200.

Derselbe: Mélanges géologiques sur le Jura Neuchâtelois et les régions limitrophes. Troisième fascicule. — Bulletin de la société Neuchâteloise des sciences naturelles. Tome XXX. Année 1901—1902. Neuchatel 1903.

Simoens G.: Réponse aux critiques formulées par M. Emm. de Margerie au sujet de la Bibliographia geologica. Bruxelles 1904.

Slavik F.: Über einen Granathornfels von Predazzo. — Separatabdruck a. d. Zentralbl. f. Min. etc., Jahrg. 1904, Nr. 21, pag. 661—666. Stuttgart 1904.

Smith D. T.: The geology of the upper region of the Main Walker River, Nevada. — Univ. of California Publications, Bull. of the Dep. of Geology. Vol. IV, Nr. 1, pag. 1—32.

Stübel A.: Rückblick auf die Ausbruchsperiode des Mont Pelé auf Martinique 1902—1903 vom theoretischen Gesichtspunkte aus. Veröffentlichung der vulkanologischen Abteilung des Grassi-Museums zu Leipzig. Leipzig 1904.

Suess E.: Sur la nature des charriages. — Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. CXXXIX, pag. 714. (Séance du 7 novembre 1904.)

Sustschinsky P.: Geologische Beobachtungen in der Besitzung Kasli im Bergwerksbezirk Kyschtim, im Gebiete des Flusses Maúk.

Termier P.: Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. — Separatabdruck a. d. Bulletin de la société géologique de France. 4e Série, tome III, année 1903, pag. 711—765. Paris 1904.

Derselbe: Nouvelles observations géologiques sur les nappes de la région du Brenner (Comptes rendus 10 octobre 1904). Sur les nappes de la région de l'Ortler (17 octobre 1904). Sur la fenêtre de la Basse-Engadine (24 octobre 1904). Sur la continuité des phénomènes tectoniques entre l'Ortler et les Hohe Tauern (31 octobre 1904). Sur la structure générale des Alpes du Tyrol à l'ouest de la voie ferrée du Brenner (7 novembre 1904).

Tight W. G.: Drainage modification in southeastern Ohio and adjacent parts of West-Virginia and Kentucky. — Department of the interior U. S. Geol. Survey. Professional Paper Nr. 13. Series B. Descriptive Geology, 26. Washington 1903.

Digitized by Google

Viola C.: L'augitite anfibolica di Giumarra presso Rammaca (Sicilia). — Separatabdruck a. d. Bolletino del R. comitato Geologico 1901. Roma 1901.

Vogt J. H. L.: Die Silikatschmelzlösungen mit besonderer Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkterniedrigung. II. Über die Schmelzpunkterniedrigung der Silikatschmelzlösungen. Christiania 1904.

Wagner P.: Illustrierter Führer durch das Museum für Völkerkunde (Alphons Stübel-Stiftung). Leipzig 1905.

Wichdorff, H. v.: Die Porphyrite des südöstlichen Thüringer Waldes. (Dissertation.) Berlin 1902.

Carnegie Institution of Washington: Year-Book Nr. 2, 1903. Washington 1904.

Geikie Archibald: Address delivered at the anniversary meeting of the geological society of London. On the 19th of February 1904.

Heigel, K. Th. v.: Zum Andenken an Karl von Zittel. Rede in d. öffentl. Festsitzung d. k. b. Akad. der Wiss. am 14. März 1904. München 1904.

Inaugural Address of president Charles Richard van Hise. University of Wisconsin. — Separatabdruck a. Science, N. S., Vol. XX, Nr. 502, pag. 193—205. 1904.

Pringsheim A.: Über Wert und angeblichen Unwert der Mathematik. Festrede, gehalten in d. öffentl. Sitzung d. k. b. Akademie der Wiss. zu München zur Feier ihres 145. Stiftungstages am 14. März 1904. München 1904.

Neue Bücher.

Lehrbuch der Mineralogie. Von Dr. Gustav Tschermak. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 944 Originalabbildungen und 2 Farbendrucktafeln. Wien 1905, Alfred Hölder.

Die sechste Auflage des bekannten Lehrbuches hat eine ziemlich tiefgreifende Umgestaltung im krystallographischen Teil erfahren. Die Durcharbeitung der theoretischen Krystallographie ist nunmehr soweit vorgeschritten und ihre Resultate so allgemein ins Bewußtsein der beteiligten Fachkreise eingedrungen, daß auch ein elementares Lehrbuch der Mineralogie der vollständigen Aufzählung und Ableitung der 32 Symmetrieklassen nicht aus dem Wege gehen kann. In der Darstellung weicht der Verfasser von dem üblichen Weg ab, indem er auf die theoretischen Symmetrieelemente möglichst verzichtet. An ihre Stelle tritt die Betrachtung der möglichen Wiederholungen gleicher Flächen und Zonen in dem „Neunzonensystem", dem Zonenkomplex, der durch vier nicht tautozonale Flächen gegeben ist.

Die Ableitung führt zunächst zu den 7 Krystallsystemen (trigonal und hexagonal werden getrennt), dann erst durch Anwendung von 5 Prinzipien der Wiederholung gleicher Flächen zu den „Stufen", die den 32 Krystallklassen entsprechen. Diese werden in sehr ansprechender Weise in Analogie gesetzt und übersichtlich angeordnet. Sehr ansprechend ist die Parallelisierung der ditrigonal-bipyramidalen und trigonal- bipyramidalen Klasse mit der tetragonal-skalenoëdrischen und bisphenoidischen. Hierdurch erhalten das hexagonale und tetragonale System 7 Stufen.

Digitized by Google

Die Ableitung hat unleugbar gewisse Vorteile: Die Krystallsysteme erscheinen nun nicht als mehr minder willkürliche Zusammenfassung der in anderer Reihenfolge abgeleiteten Krystallklassen; die Anforderungen an das räumliche Vorstellungsvermögen des Lesers sind auf ein bescheidenes Maß beschränkt; die Bezeichnungen der „Stufen" werden kürzer und übersichtlicher als die von Fedorow und Groth gewählten, die übrigens angeführt sind. Trotzdem ist die ganze Angelegenheit auf wenigen Seiten erledigt. Andrerseits ist durch das Fallenlassen des Begriffs Symmetrieachse die Darstellung in einzelnen Fällen erschwert (Flächensymmetrie). Übrigens ist die Symmetrieachse nach Bravais angeführt und definiert.

Der wichtigen Rolle entsprechend, die der stereographischen Projektion in der Krystallographie und bei der Darstellung der physikalischen Verhältnisse zukommt, sind ihre wichtigsten Gesetze und die am häufigsten bei ihrer Anwendung vorkommenden Konstruktionsaufgaben knapp aber ausreichend behandelt. Auch die Hauptsätze der Krystallberechnung sind aufgenommen.

Aber auch andere Kapitel haben manche Erweiterung und Veränderung erfahren, so das über Krystallwachstum [1]), über Zwillingskrystalle, über Inneres der Krystalle.

Im physikalischen Teil hat abgesehen von kleineren Änderungen und Zusätzen (vgl. Schiebungsflächen, Translation) insbesondere die Optik eine durchgreifendere Umgestaltung betroffen, die bei der vielseitigen Anwendung dieser Teildisziplin dem Bedürfnis entspricht.

Im chemischen, topischen und genetischen Abschnitt sind die Änderungen geringfügig. Im speziellen Teil sind neu aufgestellte Gattungen nach Tunlichkeit aufgenommen, die neuen Forschungsergebnisse überall sorgfältig berücksichtigt. Man vergleiche u. a. die Abschnitte über Feldspate und Zeolithe.

— — —

Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Von E. Rosenbusch und E. A. Wülfing. Zweite Hälfte: Spezieller Teil. Vierte, neu bearbeitete Auflage von H. Rosenbusch. Mit 206 Figuren im Text, 20 Tafeln und einem Anhang: Hilfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagshandlung (E. Nägele). 1905.

Der spezielle Teil des Standardwerks der mikroskopischen Mineralkunde hat zwar in der Anlage und Anordnung keine so durchgreifende Änderung erfahren wie der jüngst angezeigte erste, allgemeine Teil, dennoch wird ein Vergleich der neuen Auflage mit der dritten vom Jahre 1892 erkennen lassen einerseits die

[1]) Hier wird der fundamentale Satz: Den größten Flächen entspricht die geringste Wachstumsgeschwindigkeit (pag. 8), G. Wulff zugeschrieben. Eine Zeitlang war ich der Meinung, diesen Satz entdeckt zu haben. (Vgl. den Vortrag: Der Aufbau der Krystalle aus Anwachskegeln, 26. November 1892. „Lotos", Bd. XIV, 1904.) Kürzlich konnte ich mich überzeugen, daß die Kenntnis dieses Satzes viel weiter zurück reicht. (Lehmann, Molekularphysik, Bd. I, 300; Lecoq de Boisbaudran, C. R. 79, 1874.)

Digitized by Google

enorme Erweiterung und Vertiefung, welche dieser Wissenszweig in dem vergangenen Jahrzehnt erfahren hat, aber auch den Bienenfleiß, die Sorgfalt, mit der das kolossale, in einer arg zerstreuten Literatur aufgehäufte Material zusammengetragen, und die geistige Durchdringung, mit der es zu einem überschaubaren und soweit als möglich abgerundeten Bilde verarbeitet ist.

Dabei ist auf eine möglichst knappe, übersichtliche Darstellung Bedacht genommen, bei jeder Mineralgruppe die chemische Zusammensetzung, die krystallographischen Elemente, die morphologischen Merkmale, die Kohäsionsverhältnisse, das spezifische Gewicht, in einer dem Zweck des Buches entsprechenden Ausführlichkeit das optische Verhalten angegeben. Weiter sind charakteristische chemische Reaktionen angeführt, endlich die von ähnlichen Mineralien unterscheidenden Merkmale („Diagn.") hervorgehoben.

Kurzgefaßte, aber die reiche Erfahrung des Autors verratende Angaben über das Auftreten als Gesteinsgemengteil und sehr ausführliche Literaturangaben machen den Beschluß.

Manche Artikel nehmen geradezu den Charakter ausführlicher Monographien an. Man vergleiche z. B. die Abschnitte Hornblendegruppe oder Feldspatgruppe.[1])

Für viele, die nicht im Besitze der Feldspatdiagramme von M. Lévy sind, werden auch die in großem Maßstab gezeichneten optischen Orientierungen von 7 Plagioklastypen auf Taf. XIV—XX willkommen sein. Sie liefern in dem von 10 zu 10° ausgezogenen Fedorowschen Netz, projiziert auf die Prismenzone [001] als Grundkreis, die optischen Achsen und Mittellinien und die Auslöschungsschiefen auf den Netzknoten von: Albit Amelia (Becke), Oligoklas Albit Bamle und Oligoklas Twedestrand (Tertsch), Andesin (interpoliert von Wülfing), Labrador von St. Paul (neu bestimmt von Wülfing, fast genau übereinstimmend mit der Bestimmung von Luczizky in diesem Heft), Bytownit Närödal (Becke), Anorthit Vesuv (Wülfing-Becke).

Eine andere wertvolle Beigabe sind die Hilfstabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Gesteinsgemengteile, welche früher separat erschienen und nun vielfach ergänzt und berich tigt als Anhang beigeheftet sind.

Physikalische Krystallographie und Einleitung in die krystallographische Kenntnis der wichtigsten Substanzen. Von P. Groth. Vierte, neubearbeitete Auflage. Mit 750 Abbildungen im Text und 3 Buntdrucktafeln. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1905.

Die vierte Auflage des Grothschen Buches, welches nun schon bald ein Menschenalter hindurch zur Einführung in das Studium der Krystallographie und

---

[1]) Die von Wülfing berechneten Zahlen über das spezifische Gewicht der Plagioklasmischungen auf pag. 330 enthalten einen Widerspruch. Wenn die Zahlen Ab_{95} An_5, An_{90} Ab_{10} etc. wirklich Molekularprozente der Verbindungen $NaAlSi_3O_8$ und $CaAl_2Si_2O_8$ bedeuten, so sind die auf pag. 330 angegebenen spezifischen Gewichte unrichtig. So ist das spezifische Gewicht von An_{75} Ab_{25} nach der Tschermakschen Formel aus den Grundwerten berechnet 2·659, nicht 2·643, das von Ab_{50} An_{50} 2·692, nicht 2·669, das von Ab_{25} An_{75} 2·726, nicht 2·705.

Digitized by Google

Krystallphysik gedient hat, ist im charakteristischen Grundzug: Behandlung der physikalischen Eigenschaften vor der geometrischen Form der Krystalle, unverändert geblieben. Dagegen ist im physikalischen Teil eine straffere und strengere Gliederung eingeführt und einzelne Kapitel umgestellt. Sonach werden jetzt behandelt: *A.* Bivektorielle Eigenschaften höherer Symmetrie (Ellipsoid-Eigenschaften): 1. optische, 2. thermische, 3. magnetische und elektrische Eigenschaften. *B.* Bivektorielle Eigenschaften von niederer Symmetrie: Kohäsion, Elastizität. *C.* Vektorielle Eigenschaften: Polare Pyro- und Piezo-Elektrizität, Härte, Gleitung, Auflösung und Wachstum, Krystallstruktur, Rationalitäts- und Zonengesetz, Symmetrie.

Sodann folgen die II. Abteilung: Systematische Beschreibung der Krystalle, III. Abteilung: Untersuchungsmethoden.

Außer dem schon früher gegebenen Anhang über Vergleichung der Systematik, Nomenklatur und Bezeichnung der Krystallformen von Miller, Weiss, Naumann und Lévy (die Goldschmidtsche Bezeichnung wird nicht berücksichtigt) ist auch eine Vergleichstabelle der tesseralen und rhomboedrischen Formen gegeben.

Die Ausstattung des Buches ist die bekannte gute des Engelmannschen Verlages; nur die Farbentafeln, welche das Spektrum, die Newtonsche Farbenskala von 1.—4. Ordnung, ferner die Interferenzbilder optisch einachsiger und zweiachsiger Krystalle darstellen, stehen nicht ganz auf der Höhe der Anforderungen, an die man jetzt gewöhnt ist.

Grundlinien der Mineralogie und Geologie für die fünfte Klasse der österreichischen Gymnasien. Von Dr. Gustav Ficker, k. k. Professor am k. k. Staatsgymnasium in Wien VI. Mit 1 farbigen Tafel und 136 Abbildungen in Schwarzdruck. Wien, Franz Deuticke, 1905.

Mineralogie und Geologie in der Mittelschule zu behandeln hat gewisse Schwierigkeiten. Die interessantesten Teile dieser Wissenschaften, besonders aber der Mineralogie, erfordern Vorkenntnisse, die man im fünften Jahre des Gymnasiums nicht voraussetzen darf. Da bleibt denn häufig ein recht wenig anregender trockener Rest übrig. Von diesem Fehler ist das angeführte Lehrbuch frei. In anschaulicher lebendiger Darstellung bringt es, ohne die Grenze dessen zu überschreiten, was dem Mittelschüler dieser Stufe geboten werden kann, die wichtigsten Lehren der Krystallographie, sodann in systematischer Anordnung eine gute Auswahl der verbreitetsten Mineralgattungen. An passenden Stellen sind die wichtigsten Ergebnisse der allgemeinen Geologie eingeschaltet. Eine kurze Darstellung der historischen Geologie macht den Schluß. Zahlreiche gut gewählte Abbildungen beleben die Darstellung.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.

Digitized by Google

XVI. Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges.

Blatt XI (Kostenblatt-Milleschau).

Nebst Erläuterungen von **J. E. Hibsch.**

Bearbeitet und herausgegeben mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.

Außer der Karte noch mit einer Ansicht des Donnersberges von Süden und 4 Textfiguren.

Allgemeines.

Das Gebiet vorliegenden Kartenblattes erstreckt sich über den südwestlichen Teil des altvulkanischen böhmischen Mittelgebirges. Dieser Teil erhebt sich zu verhältnismäßig großen Meereshöhen. Der Kulminationspunkt des ganzen Gebirges, der Donnersberg (Milleschauer Berg), 835 *m* Seehöhe, liegt im Kartengebiete.

Der ursprüngliche Aufbau und die dadurch bedingte Oberflächenbeschaffenheit des Gebietes haben durch einen ungewöhnlich starken Abtrag, welchem große Teile der Landschaft unterlagen, einen völlig anderen Charakter erhalten. Ursprünglich mag das Gebiet im allgemeinen den Charakter einer Tafellandschaft besessen haben, indem ausgedehnte wellige Plateaus vorhanden waren, gekrönt von langgestreckten Rücken und einzelnen Kegeln. Diese Form der Oberfläche war das Ergebnis der geologischen Ereignisse während der kretazischen und der tertiären Zeitperioden.

Die geologischen Vorgänge, welche sich in unserem Gebiete vor der Kreidezeit abspielten, sind uns unbekannt. Wir wissen nur, daß von Alters her ein Grundgebirge, aus Granitgneis bestehend, in völlig gestörter Lagerung vorhanden war, welches wie die Erzgebirgsgneise dem variszischen Faltensysteme angehört. Schon vor der Kreidezeit war dieses Faltensystem zerbrochen und einzelne Teile ragten über ihre Umgebung hoch empor. Auf diesem Grundgebirge

Digitized by Google

vollzogen sich die weiteren geologischen Ereignisse, die uns, wie bereits erwähnt, bis zur Kreidezeit nicht bekannt sind.

Erst während der jüngeren Kreideformation gewinnt unsere geologische Kenntnis festen Boden. Das transgredierende Kreidemeer drang zur Zeit der oberen Kreideperiode von Norden her in unser Gebiet ein. Wir kennen als älteste Sedimente im Gebiete zenomane Sandsteine mit Ostrea carinata, welche klippenförmig aufragende Grundgebirgsteile umsäumen. Auf die zenomanen Sandsteine folgen Kalk- und Tonmergel des Oberturon, fast allenthalben in vollkommen schwebender Lagerung. Die untere, kalkreichere Stufe der oberturonen Ablagerungen, 70—80 *m* mächtig, gehört dem Scaphitenpläner an, während die oberen, kalkärmeren Schichten, rund 100 *m* mächtig, der Cuvieristufe zuzuweisen sind.

Die schon genannten, bis zu 470 *m* Seehöhe reichenden Grundgebirgsteile ragen als Klippen durch alle kretazischen Sedimente bis in die Mergel der Cuvieristufe hinein, ohne daß Brüche in diesen Sedimenten erkennbar wären, infolge deren die Grundgebirgsklippen in ihre gegenwärtige Lage nach Absatz der Kreidesedimente gebracht worden wären. Die Urgebirgsklippen besaßen vielmehr ihre Lage schon vor der oberen Kreidezeit. Durch die Brandung des Kreidemeeres haben sie nur Abrundung und Erniedrigung erlitten. Die viel später erfolgten vulkanischen Eruptionen und die sie begleitenden Dislokationen haben keinerlei Einfluß auf die klippenartigen Aufragungen des Grundgebirges genommen. Siehe Fig. 1.

Die Sedimente des Oberturon werden konkordant überlagert von Tonen und Letten, welche nur bei Mukow durch Sande vertreten sind. Im westlichen Teile des Gebietes, südlich von Hettau und in der Umgebung von Kostenblatt führen die Letten schwache, unabbauwürdige Flöze schlechter Braunkohle. Im Kartengebiete sind keinerlei organische Reste aus diesen Schichten bekannt geworden. Analog ähnlichen Ablagerungen mit gleichen Lagerungsverhältnissen in anderen Teilen des Mittelgebirges wurden sie als mittel-oligozäne Süßwasserabsätze aufgefaßt, obwohl für diese Anschauung im Gebiete selbst keinerlei Stützen gefunden worden sind. Diese Schichten, deren Gesamtmächtigkeit 80 *m* beträgt, entsprechen wohl vollständig den „Saazer Schichten“ Jokélys.[1])

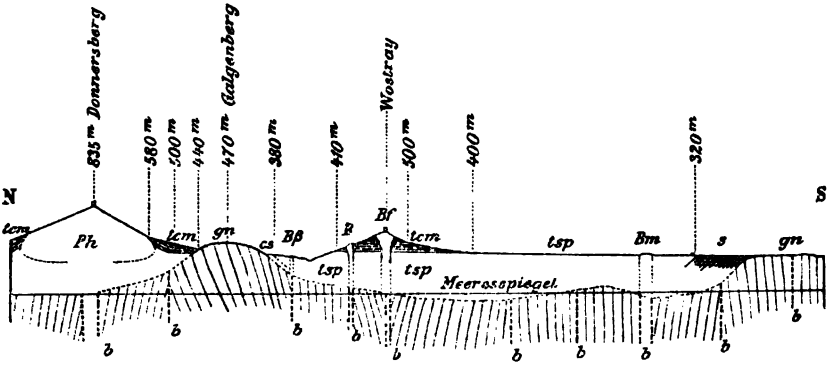
[1]) Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. IX, Wien 1858, pag. 521.

Digitized by Google

Alle genannten Sedimente wurden von Eruptivmassen durchbrochen und bedeckt. Den Beginn der Eruptionen kann man wohl in die gleiche Zeitperiode legen, welche für die vulkanischen Ausbrüche in anderen Mittelgebirgsteilen festgestellt werden konnte, nämlich ins Oberoligozän.

Die Produkte der eruptiven Tätigkeit erreichen nicht jene bunte und reiche Mannigfaltigkeit, auch nicht die große Mächtigkeit, welche sie im Bereiche des östlichen Mittelgebirges besitzen. Immerhin aber

Fig. 1.



Verhältnis der Urgebirgsklippen zu den Kreidesedimenten mit einer idealen Darstellung des gesamten Grundgebirges. Die mit *b* bezeichneten punktierten Linien bedeuten angenommene Brüche im Grundgebirge, auf einigen derselben sind Eruptionen erfolgt. *gn* = Gneis; *cs* = Zenoman; *s* = Sandstein bei der Modlkapelle; *tsp* = Pläner der Scaphitenstufe; *tcm* = Mergel der Cuvieristufe; *Ph* = Phonolith; *B*, *Bβ*, *Bf* und *Bm* = Basalte.
Maßstab 1 : 75.000.

bieten sie Interessantes. Man kennt aus dem Kartengebiete verschieden ausgebildete Phonolithe, Basalte, Leuzit- und Nephelinbasanite, Trachydolerite und basaltische Tuffe. Die Basalte, jetzt noch die Plateaus der Brzesina und des Radelsteins in Form ausgedehnter Decken und Tufflagen aufbauend, scheinen als Decken sich über den größten Teil des Kartengebietes ausgedehnt zu haben. Die Gesamtmächtigkeit dieser flach ausgebreiteten Eruptivkörper beträgt 150 bis 170 *m*. Die schwebend gelagerten Sedimente der Kreide und des Oligozän im Vereine mit den horizontal entwickelten Basaltdecken brachten die Plateaulandschaft des Gebietes zustande.

Digitized by Google

Während der jüngsten Tertiär- und älteren Diluvialzeit erlitt der größte Teil des Kartengebietes einen ungewöhnlich starken Abtrag. Dadurch wurden die Oberflächengebilde der eruptiven Tätigkeit bis auf einige Reste entfernt und auch beträchtliche Massen der oligozänen und kretazischen Sedimente bis auf das Grundgebirge abgetragen.

Die Größe des Abtrags erreicht im Südostwinkel des Kartenblattes ihr Maximum, aber auch im Tale des Milleschauer Baches bei Milleschau am Ostrande des Kartenblattes und entlang des Lukower Baches gegen Radowesitz im Westen ist die Abtragsgröße eine bedeutende. Da südlich der Modlkapelle die gesamten Sedimente bis auf das Grundgebirge abgetragen sind, so beträgt die Mächtigkeit des Abgetragenen rund 400 *m*. Davon entfallen auf die Eruptivmassen etwa 150 *m*, auf die oligozänen Sedimente 80 und die kretazischen Ablagerungen 170 *m*.

Längs einer vom Radelstein zum Partenkamm auf dem Brzesinaplateau gezogenen Linie hat der geringste Abtrag stattgefunden. Hier sind alle Sedimente und ein großer Teil der Eruptionen noch vorhanden. Von dieser Linie ab senkt sich die Oberfläche des Gebietes sowohl nach West als nach Ost. Den beiden Abdachungsrichtungen folgen die Gewässer. Die Linie entspricht einem großen, im allgemeinen Nord-Süd gerichteten Bruche, entlang dessen der westlich davon gelegene Gebietsteil um etwa 100 *m* eingesunken ist. Auf diesem großen Bruche fanden die größten basaltischen Eruptionen statt, die sich im Radelstein und in der Brzesina bis heute in beträchtlicher Mächtigkeit und in mehrfacher Folge übereinander erhalten haben.

Im besonderen verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die Kräfte der Denudation die weichen Sedimente selbstverständlich stärker angegriffen haben als die festeren Eruptivkörper. Deshalb sind viele der letzteren, namentlich Lakkolithe und Schlotausfüllungen als Dome, Kegel und Narben aus ihrer Umhüllung herauspräpariert und bloßgelegt. Die ungemein große Anzahl solcher über das ganze Gebiet zerstreuten Gebilde verleiht der Landschaft ein eigenartiges Gepräge. (Siehe das beigegebene Panorama.) Aus den ursprünglichen Plateaus ist eine Landschaft, ausgezeichnet durch Anhäufung von Bergkegeln, ausmodelliert worden.

Diejenigen basaltischen Eruptionen, welche die größte Masse

Digitized by Google

von Basalten lieferten, fanden auf der bereits genannten Verwerfungsspalte statt. Die zahlreichen basaltischen Schlotausfüllungen des übrigen Kartengebietes jedoch verteilen sich über die ganze Landschaft, ohne daß irgend eine Regel in der Anordnung oder ein System von Spalten zu erkennen wäre, mit welchem die Schlote ursächlich zusammenhingen. Trotzdem darf die Unabhängigkeit der Schlote von Spalten in den Oberflächensedimenten nicht als Beweis dafür genommen werden, daß das Hervorbrechen des eruptiven Magmas in unserem Gebiete wirklich unabhängig von jedweden Brüchen in der festen Erdrinde vor sich gegangen ist. Denn unter den Oberflächensedimenten ruht ein ungemein zerklüftetes Grundgebirge, dessen Struktur, Brüche u. dgl. durch die jüngeren Ablagerungen wie die Strukturen einer Blockmauer durch eine oberflächliche Mörtelschicht überdeckt sind. Die eruptiven Massen können ganz gut den durch alte Brüche im Grundgebirge vorgezeichneten Wegen von unten her gefolgt sein und zuletzt die relativ dünne Lage von Sedimenten in lotrechten Röhren durchgeschlagen haben. (Vgl. Fig. 1.)

Von Gebilden der nacheruptiven Zeit, des jüngsten Tertiär und des Diluvium, ist im Kartengebiete außer kleinen Ablagerungen von Süßwasserkalk und von Lößlehm nichts bekannt geworden.

Die Sedimente des Kreidemeeres und des oligozänen Süßwassersees reichen in unserem Gebiete in verhältnismäßig große Höhen, die oberturonen Tonmergel bis rund 500 *m*, die tertiären Tone bis nahezu 580 *m* Seehöhe. Im nördlichen Teile des böhmischen Mittelgebirges sinken selbst die oligozänen Sande bis nahe zum Elbspiegel (140 *m*) herab. Große Brüche (namentlich die Bruchlinie Groß-Tschochau-Praskowitz nnd andere), die auf den benachbarten Blättern der Mittelgebirgskarte ihre Darstellung finden werden, trennen unseren hoch gelegenen Anteil vom übrigen Mittelgebirge.

Unser Gebietsteil wird hingegen durchsetzt von Brüchen anderer Art. Diese gehören zu dem Systeme von Brüchen, welche das nördlich und nordwestlich vom Kartengebiete gelegene miozäne Braunkohlenbecken umsäumen. Ein solcher Bruch verläuft im Nordwestwinkel des Kartenblattes in westöstlicher Richtung bis gegen Kostenblatt, um sich dann nach NO. zu wenden. Nördlich dieses Bruches fallen oberturone Tonmergel und oligozäne Tone mit 8—10° nach Nordwest, während südlich des Bruches schwebende Lagerung herrscht. Ein anderer Bruch, welcher oben bereits erwähnt wurde, verläuft

Digitized by Google

östlich Kostenblatt in Nord-Süd-Richtung über das Brzesinaplateau, dann nach Südsüdwest umbiegend westlich Lukow zum Radelstein. Von hier verlaufen Brüche in westlicher Richtung. Der Gebietsteil westlich des großen, von der Brzesina zum Radelstein verlaufenden Bruches ist um rund 100 *m* eingesunken mit Beibehalten der schwebenden Lagerung seiner Schichtreihe. Diese Verhältnisse fanden auf den Randprofilen der Karte Darstellung.

So stellt also unser Kartengebiet einen relativ hoch gelegenen Teil des böhmischen Mittelgebirges dar, welcher durch große Bruchspalten in einzelne, gegenseitig verschobene Tafeln zerlegt ist, bestehend aus Sedimenten der oberen Kreideformation und des Oligozäns, durchbrochen und bedeckt mit tertiären Eruptivmassen. Das ganze Gebiet unterlag einem ungleichen Abtrag, wodurch eine höchst charakteristische Landschaft mit zahlreichen isolierten Bergkegeln und Domen geschaffen wurde. In die Sedimente ragen Urgebirgsklippen aus dem Untergrunde herauf. Übersichtlich läßt sich die geologische Gliederung in folgender Weise darstellen:

I. Grundgebirge.
Klippen von Gneis.

II. Obere Kreideformation.
1. Sandstein nächst der Modlkapelle.
2. Zenoman.
Sandsteine in Form von Klippenfazies mit Ostrea carinata.
3. Oberturon.
a) Kalkmergel (Pläner) der Stufe des Scaphites Geinitzi und des Spondylus spinosus.
b) Tonmergel der Stufe des Inoceramus Cuvieri.

III. Tertiärformation.
1. Mitteloligozän.
Tone und Sande.
2. Oberoligozän.
Phonolithe, Basalttuffe, Feldspathbasalt, Nephelin- und Leuzitbasalte, Nephelin- und Leuzitbasanit, Trachydolerit.
3. Süßwasserkalk.

IV. Diluvium.
Gehängelehm.

V. Alluvium.

Digitized by Google

I. Grundgebirge [gn].

Die Grundlage für alle Sedimente des Kartengebietes bildet ein Grundgebirge von Gneis und Glimmerschiefer, welches allerdings nur an zwei Orten und beide Male nur auf kurze Strecken zutage tritt, aber seine allgemeine Verbreitung unter den Sedimenten durch Einschlüsse von Gneis- und Glimmerschieferbrocken verrät, die vielerorts in den Eruptivgesteinen enthalten sind.

Zutage tritt Gneis am Galgenberge (476 *m* Seehöhe) nördlich Milleschau und südlich der Modlkapelle im Südostwinkel des Gebietes bei 320 *m* Seehöhe. Letzteres Vorkommen breitet sich dann nach Süden jenseits der Südgrenze des Kartengebietes weiter aus bis ins Dorf Watislaw.

Einschlüsse von Gneis führen die Phonolithe des Milleschauer Klotzberges und der Hora, ferner der Basalttuff am Waldrande östlich des Skalitzer Jägerhauses (westlich von Lhotta); Blöcke von Glimmerschiefer sind im hornblendeführenden Basalttuff nördlich Lukow bei 540 *m* enthalten.

Die verhältnismäßig größte Ausdehnung gewinnt der Gneis nördlich Milleschau. Er baut daselbst eine abgerundete bewaldete Kuppe, den Galgenberg, auf. Gute Aufschlüsse fehlen heute. Bezüglich des Streichens konnte im südöstlichen Teile des Galgenberges eine vorherrschend nordsüdliche bis nordöstliche Streichrichtung bei westlichem bis nordwestlichem Verflächen mit 15—20° beobachtet werden. Auch A. E. Reuß fand 1840 in einem am Südfuß dieses Berges vorhandenen Steinbruche ein WNW.-Verflächen, allerdings mit Winkeln von 30—35°.

Bei der kleinen Gneispartie am Südrande des Kartenblattes wurde gleichfalls ein Streichen NS. bis NO. und seigeres Einfallen beobachtet.

Das Gestein ist an allen Fundorten des Kartengebietes ein flaseriger bis feinschuppiger, zweiglimmeriger Granitgneis. Quarz und Biotit herrschen vor, Muscovit tritt zurück. Feldspate sind nur in geringer Menge vorhanden. Granat ist im Gestein allenthalben häufig. Um größere Quarzlinsen, aus einem Mosaik von Quarzkörnen bestehend, schmiegen sich kleinkörnige Aggregate von Quarz und Biotit mit wenig Muscovit und Feldspaten herum.

Südlich der Modlkapelle wird das sonst grau gefärbte Gestein von hellen, schmalen, zerknitterten Quarzbändern durchsetzt.

Digitized by Google

Unzweifelhaft stellt der im Kartengebiete zutage tretende, die jüngeren Sedimente in Form von „Klippen“ durchragende Gneis nur besonders hochragende Teile des abgesunkenen und mannigfach zerbrochenen Südflügels vom variszischen Faltengebirge dar. Unter den jüngeren Sedimenten erstreckt sich dieser Fügel nach Norden über das Kartengebiet hinaus ununterbrochen fort bis zur Bruchzone, welche entlang des Erzgebirges in nordöstlicher Richtung verläuft. Der jenseits der Bruchzone unserem Gebiete zunächst gelegene Teil des Erzgebirges besteht gleichfalls aus Granitgneis.

Die Verbandverhältnisse, in denen die Gneisklippen des Gebietes heute zu den kretazischen Ablagerungen stehen, sind seit der Ablagerung der Kreidesedimente unverändert geblieben. Die tertiären Bewegungen und die Eruptionen des Tertiärs haben an diesem seit dem Zenoman bestehenden Verbande keinerlei Veränderung hervorgerufen. Siehe Fig. 1.

II. Obere Kreideformation.

Ablagerungen der oberen Kreideformation treten fast über die halbe Oberfläche des Kartengebietes zutage. Sie bilden den breiten Sockel für die jüngeren tertiären Sedimente und für die Eruptivmassen. Durch den Abtrag der jüngeren Ablagerungen, welche die Kreidesedimente ursprünglich bedeckten, sind sie namentlich im östlichen, dann auch im nordwestlichen Teile des Gebietes herrschend. Ihre Gesamtmächtigkeit beträgt 190 *m*. Auf dem Grundgebirge von Gneis lagern sie diskordant auf. Sie gliedern sich in nachfolgender Weise.

1. Sandstein nächst der Modlkapelle [s].

Im Südostwinkel des Kartenblattes lagern nächst der Modlkapelle zu beiden Seiten des Modlbaches über dem Gneis Sandsteine und Konglomerate mit tonigem Bindemittel von 10—15 *m* Mächtigkeit. A. E. Reuß[1]) und J. Krejčí[2]) zählten dieses Vorkommen von

[1]) A. E. Reuß, Die Gegend zwischen Komotau, Saaz, Raudnitz und Tetschen usw., pag. 34, Löschners Beiträge zur Balneologie, II. Bd., Prag 1864. (Neue Titelauflage: A. E. Reuß, Geologie des böhmischen Mittelgebirges. Teplitz, A. Becker, 1900, pag. 34.)

[2]) Joh. Krejčí, Studien im Gebiete der böhmischen Kreideform. I. Allgemeine und orographische Verhältnisse usw., pag. 55. Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen. I. Band, Prag 1869.

Digitized by Google

Sandstein dem Zenoman zu, ohne diese Annahme durch organische Reste aus diesen Sandsteinen zu erhärten. Auch während der Aufnahmen für vorliegendes Kartenblatt konnten keine Fossilien aufgefunden werden, welche das Alter entscheiden würden. Nördlich der Modlkapelle lieferten Sandsteinbänke bei 320 *m* nur Steinkerne von Pleurotomaria linearis Mant. und (?) Venus cf. Goldfussi Gein. [1]) Unsere Sandsteine können deshalb vorderhand nicht mit Bestimmtheit als zenoman angesprochen werden.

Die Konglomerate am linken Talgehänge des Modlbaches bei 310 *m* nächst der Modlkapelle bestehen aus größeren Gneisbrocken, Quarzgeschieben und Muscovitblättchen, welche durch feinkörnigen Sand mit tonigem Bindemittel zusammengehalten werden. Das Bindemittel verliert an manchen Orten seine Festigkeit, so daß die Konglomerate in Bänke von losen Quarzgeschieben übergehen, die in Sand und Ton eingebettet sind.

Die Konglomerat- beziehungsweise Kiesbänke sind eingeschaltet zwischen Bänken von feinkörnigem, mürbem Quarzsandstein, reich an hellen Glimmerblättchen, mit tonigem Bindemittel. In manchen Lagen der Sandsteine tritt Glaukonit auf, ab und zu tritt ein größeres Quarzgeschiebe hervor.

Die Lagerung der Sandsteine und Konglomerate ist eine schwebende. Aus den Sandsteinen tritt in stimmungsvoller Umgebung die kräftige Modlquelle hervor, über welcher eine Wallfahrtskapelle erbaut ist.

2. Zenomane Klippenfazies am Galgenberge bei Milleschau [cs].

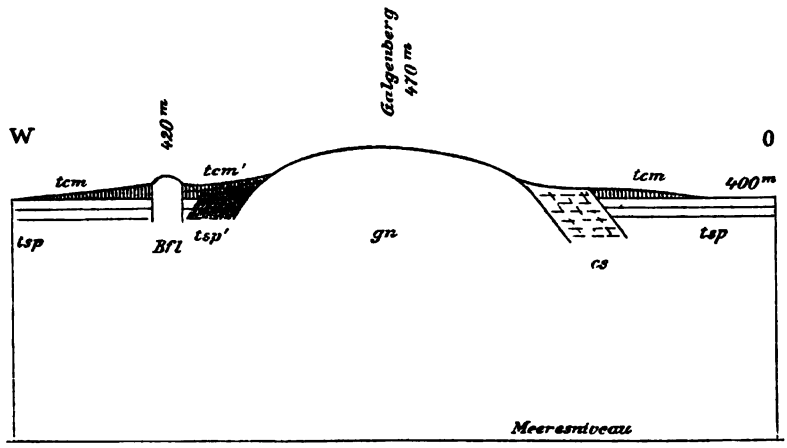
Der aus Gneis bestehende Galgenberg nördlich Milleschau ist an seinem Fuße nahezu rings umgeben von einer etwa 100 *m* breiten Zone eines feinkörnigen Quarzsandsteins mit Muscovitblättchen und Glaukonitkörnern und teils kalkigem (Westseite des Galgenberges bei 420 *m*), teils tonigem (Ostseite bei 410 *m*) Bindemittel. In den Sandsteinen auf der Ostseite fanden sich bei 410 *m* Meereshöhe Ostrea carinata Sow., Ostrea (Exogyra) sigmoidea Reuss, Avicula anomala Sow. Inoceramus cf. striatus Mant. Cribrospongia isopleura

[1]) Die Bestimmung dieser und fast aller der in folgenden Zeilen angeführten Versteinerungen ist im Geologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag durchgeführt worden. Dem Vorstande dieses Institutes, Herrn Hofrat Prof. Dr. G. C. Laube, sei hierfür auch an dieser Stelle der wärmste Dank ausgesprochen.

Digitized by Google

Reuss und (?) Scalpellum cf. cenomanense Geinitz. Deshalb müssen sie dem Zenoman zugerechnet werden, trotzdem sie sich in gleichem Niveau befinden wie die oberturonen Tonmergel der Cuvieristufe. Verwerfungen zwischen diesen zenomanen Sandsteinen und den oberturonen Sedimenten lassen sich nicht nachweisen, die zenomanen Sandsteine durchragen bruchlos die jüngeren Kreideablagerungen und sind darnach als zenomane „Klippenfazies" aufzufassen. Siehe Fig. 2.

Fig. 2.



Durchschnitt durch den Galgenberg bei Milleschau von West nach Ost. *gn* = Gneisklippe; *cs* = zenomane Klippenfazies; *tsp* = Pläner der Scaphitenstufe; *tcm* = Mergel der Cuvieristufe; *tcm'* = Sandsteinfazies der oberturonen Cuvieristufe.
Maßstab 1 : 12.500.

Die Kalksandsteine auf der Westseite des Galgenberges führen bei 420 *m* entlang des Fahrweges zum Donnersberge Inoceramus cf. Cuvieri Sow. und Pecten Dujardini A. Röm., so daß wir in ihnen nur eine sandige Fazies der sonst als Tonmergel entwickelten Stufe des Inoc. Cuvieri, welche weiter unten näher erörtert wird, erblicken.

3. Oberturon.

Auf die zenomanen Sandsteine am Galgenberge und die Sandsteine nächst der Modlkapelle folgt eine Reihe von Kalk- und Tonmergeln mit ausschließlich oberturonen Fossilien. Ablagerungen der

Digitized by Google

unter- und mittelturonen Stufen konnten im Gebiete nicht unterschieden werden.

Die oberturone Schichtenreihe zerfällt wiederum in eine untere kalkreichere Abteilung mit Spondylus spinosus und Scaphites Geinitzi und eine obere kalkärmere mit Inoceramus Cuvieri:

a) Kalkmergel (Pläner) der Scaphitenstufe.

b) Kalk- und Tonmergel der Stufe des Inoceramus Cuvieri.

a) Kalkmergel (Pläner) der Scaphitenstufe.

Die oben angeführten Sandsteine bei der Modlkapelle werden im Kartengebiete von einem 70—80 *m* mächtigen Schichtenkomplexe überlagert, in welchem gelblich- bis weißlichgraue Kalkmergel vorherrschen. Sie bilden die Grundlage für die sanft nach Süden geneigten, fruchtbaren Gefilde im Südostwinkel des Kartenblattes bis zu den Ortschaften Merzkles, Lipai, Nedwieditsch und Kotzauer von 320 *m* bis gegen 400 *m* Meereshöhe. Aufschlüsse mangeln; Fossilien konnten deshalb außer Rhynchonella plicatilis Sow., welche aus dem Untergrund der Felder südöstlich Nedwieditsch nahe der Straßenkreuzung bei Sign. 335 *m* bisweilen ausgeackert wird, nicht gesammelt werden.

Die gleichen Kalkmergel treten dann weiter nördlich bei Milleschau beiderseits des Milleschauer Baches in völlig gleichem Niveau von 320 *m* bis gegen 400 *m* wieder zutage. Südlich von Milleschau werden diese Kalkmergel in einem kleinen Kalkbruche abgebaut und für Mörtelbereitung gebrannt. Der in 375 *m* Meereshöhe gelegene Bruch lieferte folgende Fossilien: Oxyrhina Mantelli Ag., Nautilus sublaevigatus d'Orb., Scaphites Lamberti Gross., Scalpellum cf. obsoletum Gein. [1]) Pleurotomaria perspectiva Mant., Spondylus spinosus Sow., Terebratula semiglobosa Sow. und Rhynchonella plicatilis Sow.

Auch am Westrande des Kartenblattes sind bei Radowesitz Kalkmergel der gleichen Stufe bloßgelegt, allerdings in rund 100 *m* tieferem Niveau, sie reichen mit ihrer Hangendoberfläche nur bis etwa 310 *m*. In diese tiefe Lage sind sie infolge Einsinkens des westlichen Gebietsteiles entlang der großen Verwerfung Radelstein-Brzesina geraten. Ein aufgelassener Kalkbruch bei 310 *m* östlich von

[1]) Die drei letztgenannten Fossilien wurden durch Herrn Dr. W. Petraschek bestimmt, wofür der beste Dank ausgesprochen wird.

Digitized by Google

Radowesitz ergab folgende Fossilienausbeute: Scaphites Geinitzi d'Orb., Rhynchonella plicatilis Sow.; Terebratula semiglobosa Sow. und Nucula concentrica Geinitz.

Auf Grund dieser Fossilien gehören die Mergel aller Fundorte dem gleichen geologischen Horizonte, und zwar der oberturonen Scaphitenstufe an.

Die Kalkmergel dieser Stufe setzen sich jenseits der Grenzen des Kartengebietes weiter fort, so daß sie eine größere Gesamtmächtigkeit besitzen, als 70—80 *m*. Sie reichen eben bloß mit ihren obersten Schichten bis zu 80 *m* Mächtigkeit ins Gebiet herein, während die unteren Schichten dieser Stufe in den Nachbargebieten bloßgelegt sind.

Aus dem Kalkbruche des Herrn F. Schütze, welcher außerhalb des Kartengebietes westlich von Radowesitz bei 300 *m* Seehöhe im gleichen Kalkmergel angelegt ist, wurden nachstehend angeführte Petrefakten erbeutet: Pleurotomaria linearis Mant., Spondylus spinosus Sow., Terebratula semiglobosa Sow., Rhynchonella plicatilis Sow. und Micraster cor testudinarium Goldf.

Alle vorhandenen Aufschlüsse lassen einen harten festen Kalkmergel erkennen, welcher in dünnere oder dickere Bänke gegliedert ist, die vollkommen horizontal lagern. Nur entlang mehr oder weniger vertikal verlaufender Verwerfungsklüfte haben kleinere Verschiebungen stattgefunden. Unter den durch den Steinbruchbetrieb erschlossenen Kalkmergelbänken von 5—8 *m* Gesamtmächtigkeit ist ein dunkelgrauer Tonmergel, „Grundletten" von den Arbeitern genannt, vorhanden. Eine weitere Gliederung der ganzen, im Kartengebiete bis 80 *m* Mächtigkeit erreichenden Schichtenreihe dieser Stufe war nicht durchzuführen.

Der Kalkmergel aus dem gräfl. Ledebourschen Kalkbruche bei 375 *m* nächst Milleschau besitzt nach einer von Herrn F. Hanusch ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung:

Feuchtigkeit	0·62	
Ton	8·19	in HCl unlöslich
Fe_2O_3 und Al_2O_3	0·84	in HCl löslich
$CaCO_3$	89·10	
$MgCO_3$	0·65	
H_2O geb.	0·37	
Summe . .	99·77	

Digitized by Google

b) Mergel der Stufe des Inoceramus Cuvieri.

Als oberstes Glied der kretazischen Schichtenreihe lagert über den Kalkmergeln der Scaphitenstufe ein Komplex von etwas kalkärmeren, hellgrauen bis bläulichgrauen Mergeln von großer Eintönigkeit. Er erreicht die Mächtigkeit von rund 100 *m*, ohne daß eine weitere Gliederung desselben möglich wäre. Diese Mergel treten von Süden her ins Kartengebiet mit einer von 400 *m* bis 500 *m* Meereshöhe reichenden breiten Zone ein und bilden die im Vergleiche zu den aus Scaphitenpläner bestehenden Lehnen etwas steiler geböschten Gehänge westlich der Ortschaften Merzkles, Lipai, Nedwieditsch, Kotzauer und Milleschau. Sie umsäumen die sehr markant hervortretenden Berghöhen Lischenz, der Hora, des Lohberges, der Wostray, des Milleschauer Klotzberges, des Donnersberges usw. In der Mitte des Kartengebietes treten sie bei Lukow wieder unter der tertiären Bedeckung in gleicher Höhenlage, von 500 *m* Meereshöhe abwärts hervor. Westlich vom großen Verwurfe Brzezina-Radelstein erscheinen sie am Westrande des Gebietes bei Hettau und östlich von Radowesitz erst von 410 *m* Seehöhe abwärts bis gegen 310 *m*. Endlich sind Mergel dieser Stufe im Nordwestwinkel des Gebietes westlich von Kostenblatt bloßgelegt.

Die Aufschlüsse in diesen Mergeln sind mangelhaft, nur an einigen Straßenrändern konnten spärliche Fossilien aufgesammelt werden. Wenn dieselben auch an Zahl gering erscheinen, so ermöglichten sie doch die Einreihung dieser Schichtenreihe in die Stufe des Inoceramus Cuvieri. Auch die Abgrenzung dieser Stufe gegen die Mergel der nächst älteren Scaphitenstufe ließ sich wider Erwarten bis auf eine Differenz von etwa ± 10 *m* allenthalben mit befriedigender Sicherheit durchführen. Von Fossilien wurden am Straßeneinschnitt südöstlich vom Milleschauer Klotzberg östlich der Gabelung der Straßen nach Palitsch und nach Lukow bei 424 *m* gefunden: Inoceramus Cuvieri Sow., Terebratula cf. semiglobosa Sow. und Micraster cor testudinarium Goldf. An der Straße von Milleschau nach Kotzauer wurde bei 410 *m* westlich der Wostray Inocer. cf. striatus Mant. gesammelt. Am Wege von Milleschau zum Donnersberge wurden zwischen 400 *m* und 430 *m* westlich des Galgenberges Inocer. cf. Cuvieri Sow. und Pecten Dujardini A. Röm. gefunden. Entlang der Straße von Kostenblatt nach Radowesitz

Digitized by Google

konnten bei 375 *m* Inoceramus Cuvieri Sow. und Inoc. conf. striatus Mant. aufgesammelt werden. Aus dem Brunnen bei dem Hause Nr. 1 im Dorfe Kotzauer, welcher in den Grenzschichten zwischen der Cuvieri- und der Scaphitenstufe von 400 *m* bis 390 *m* abgeteuft ist, stammen Ostrea lateralis Nilss., Eriphyla lenticularis Goldf. und Pectunculus lens Nilss.

In petrographischer Hinsicht herrscht in dieser 100 *m* mächtigen Schichtenreihe große Einförmigkeit: allenthalben trifft man hell gefärbte Mergel, in den unteren Horizonten kalkreicher, nach oben zu kalkärmer werdend. Die unteren Mergel zerfallen an der Luft in dünne Platten, die obersten Mergelschichten blättern sich an der Luft auf und liefern zunächst ganz dünne Scherben, später einen zähen blaugrauen Letten, welcher trocken hart, naß hingegen plastisch wird.

Bänke von Kalksandstein, welche den tonreicheren Mergeln dieser Stufe im nordöstlichen Teile des Mittelgebirges und im Elbtale wechsellagernd eingeschaltet sind, waren im Kartengebiete nicht zu beobachten. Nur dort, wo die Kalkmergel dieser Stufe an die Gneisklippe des Galgenberges nördlich Milleschau grenzen, gehen sie in feinkörnigen, Glaukonit-führenden Kalksandstein über. Solche Sandsteine sind am Wege von Milleschau zum Donnersberge westlich des Galgenberges bei 400—430 *m* zu finden. (Siehe Fig. 2.) Die Glaukonitkörner erscheinen optisch nicht einheitlich aufgebaut, zerfallen vielmehr im polarisierten Lichte betrachtet in viele anisotrope Feldchen von verschiedener Orientierung.

Von zwei Orten wurden die Mergel dieser Stufe durch Herrn F. Hanusch chemisch untersucht und folgende Zusammensetzung gefunden:

	I Mergel an der Straße von Milleschau und Palitsch bei 424 *m*	II Mergel an der Straße von Kostenblatt und Radowesitz bei 375 *m*	
Feuchtigkeit . .	1·03	0·45	
Ton	31·50	31·25	in HCl unlöslich
Fe_2O_3 und Al_2O_3	1·30	1·00	in HCl löslich
$CaCO_3$	65·18	66·16	
$MgCO_3$	0·42	0·38	
H_2O geb. . . .	0·57	0·79	
Summe . .	100·00	100·03	

Digitized by Google

Lagerungsverhältnisse der Glieder der Kreideformation. Im allgemeinen lagern die kretazischen Sedimente im Kartengebiete schwebend. Die Sandsteine und Konglomerate nächst der Modl-Kapelle im Südosten des Gebietes reichen von 310 *m* bis 325 *m*, darauf folgen von 325 *m* bis gegen 400 *m* die Kalkmergel der Scaphitenstufe und von 400 *m* bis 500 *m* reihen sich schließlich die Mergel der Cuvieristufe an, alles in schwebender Lagerung. Diese Verhältnisse halten im ganzen östlichen Teile unseres Gebietes bis zum großen Verwurfe Brzesina-Radelstein an. Westlich dieser Bruchlinie finden wir das gesamte System der Kreide um 100 *m* eingesunken. Die schwebende Lagerung hält aber immer noch an, so daß wir westlich Stepanow die Cuvierimergel von 400 *m* bis gegen 300 *m* antreffen. Unter diesem Niveau kommen dann die Kalkmergel der Scaphitenstufe bei Radowesitz zum Vorschein. Im äußersten Nordwesten des Gebietes treten nördlich von einer in der Richtung West-Ost verlaufenden Bruchlinie Cuvierimergel neuerdings auf, hier aber in geneigter Lagerung: sie verflächen mit Winkeln von 8—10° nach Nord-West.

Die Sandsteine der zenomanen Klippenfazies östlich am Galgenberge sind nur unvollkommen aufgeschlossen, bezüglich ihrer Lagerung konnten keine entscheidenden Beobachtungen angestellt werden. Doch steht fest, daß die zenomanen Sandsteine von den turonen Ton- und Kalkmergeln, welche in gleichem, zum Teil auch in tieferem Niveau als die Sandsteine anstehen, nicht durch Bruchlinien abgegrenzt sind. (Siehe Fig. 2 auf pag. 258.)

Am West-, Süd- und Ostabhange des Donnersberges wurde die normale, schwebende Lagerung der Cuvierimergel in auffallender Weise gestört. Durch das Aufquellen des Phonolithmagmas des Donnersberges erfuhren die Tonmergel eine Aufwölbung. Wir finden heute am Fuße des Berges diese Mergel in Höhen bis 580 *m*, während in der Nachbarschaft des Donnersberges, z. B. am Tschentschitzer Berge und von da bis zum Milleschauer Klotzberge ihre Hangendoberfläche im normalen Höhenniveau von 500 *m* liegt. Von dieser Höhenlage (500 *m*) aus sind die Mergel durch die Phonolith-Eruption des Donnersberges in beträchtliche Höhen geschleppt worden, so daß wir am Umfange dieses Berges steil aufgerichtete Mergel heute, nach erfolgtem großen Abtrage, noch immer 80 *m* über ihrer normalen Hangendoberfläche antreffen. (Siehe Fig. 4, pag. 284.)

Digitized by Google

In geringerem Grade sind die Cuvierimergel auf der Südseite des Milleschauer Klotzberges durch den Phonolith dieses Berges aufgewölbt worden. Durch den Betrieb des Steinbruches „In der Hölle" wurde der Kontakt von Phonolith und Mergel bloßgelegt. Der Mergel schmiegt sich dem unter ihn einfallenden Phonolith innig an und bedeckt den Phonolith auf eine beträchtliche Entfernung. Der aufgerichtete Mergel zeigt auf eine Entfernung von 1—2 *m* vom Phonolithkontakt metamorphe Beeinflussung.

Wasserführung und Bodenverhältnisse. Wie allenthalben so verwittern auch in unserem Gebiete die Mergel der Cuvieristufe zu einem zähen, schweren Letten, welcher einen nassen, trägen und sterilen Boden liefert. Der Letten ist für Wasser undurchlässig. Die Oberfläche des Cuvierimergels wird im Kartengebiete infolge der besonderen Verhältnisse nur dort zum wasserführenden Horizonte, wo über dem Mergel unmittelbar wasserdurchlässiges Gesteinsmaterial auflagert. Das ist im Nordostwinkel des Kartengebietes der Fall. Hier entspringen einige Quellen über dem Mergel und unter der basaltischen Bedeckung. In einem großen Teile des Kartengebietes aber werden unsere Mergel unvermittelt von dem wasserundurchlässigen jüngeren Tertiärletten überlagert und hier bildet dann allenthalben die Hangendoberfläche des letzteren den wasserführenden Horizont.

Die für die Bodenkultur ungünstigen Eigenschaften des Verwitterungsletten des Cuvierimergels werden aber im Kartengebiete an zahlreichen Orten mehr oder weniger gemildert durch die Überschüttung des Lettens mit dem Verwitterungsdetritus von Eruptivgesteinen. So bedeckt Verwitterungsschutt von Basalten und Phonolithen in Gestalt von größeren und kleineren Blöcken und Brocken, gemengt mit Lehm, den Cuvierimergel an den Abhängen der Wostray, des Lohberges, des Horaberges, des Milleschauer Klotzberges und des Donnersberges und bessert den Boden auf. Auf der Karte ist diese Blockbestreuung teilweise durch die ausgeschiedenen „Blockhalden" ausgedrückt.

Tritt der Cuvierimergel an etwas steileren Gehängen zutage, so gerät der Verwitterungsletten leicht ins Rutschen, sobald Überlastung oder Wasserzufuhr stattfindet. Dieser Fall ist südlich von Lukow eingetreten, wobei das alte Forsthaus durch eine Bodenrutschung großen Schaden erlitt.

Digitized by Google

III. Tertiärformation.

Über den oberturonen Mergeln folgt ein etwa 90 *m* mächtiger Schichtenkomplex von grauen Letten und Sanden, denen an manchen Stellen schwache Braunkohlenflöze eingeschaltet sind. Das ganze System ist wohl den unter- und mitteloligozänen Süßwassergebilden aus anderen Teilen des böhmischen Mittelgebirges gleichzustellen und als der in unserem Gebiete zur Ablagerung gelangte Anteil des Teplitzer Oligozän-Beckens aufzufassen.

Nach dem Absatz dieser Letten und Sande begannen auch in unserem Mittelgebirgsanteil großartige vulkanische Eruptionen, deren Produkte alle vorhandenen Sedimente durchbrachen und bedeckten. Die Eruptionen lieferten besonders große Mengen von Phonolith, dann verschiedene Basalte und Basalttuffe. An Menge treten zurück Basanite und Trachydolerite.

Weil die größten der jetzt noch vorhandenen basaltischen Eruptivmassen in ihrem örtlichen Auftreten an die wiederholt erwähnte große Bruchspalte Brzesina-Radelstein gebunden sind, weil ferner alle älteren Sedimente zu beiden Seiten dieser Bruchspalte vollkommen gleich entwickelt und nur beiderseits der Spalte um rund 100 *m* verworfen sind, so ist man wohl berechtigt, die Entstehung der Spalte in zeitlichen Zusammenhang mit den basaltischen Eruptionen zu bringen. Obendrein lassen die basaltischen Decken, trotzdem sie über die Bruchspalte hinüberreichen, keine Unterbrechung in ihrem Zusammenhange und keine Verwerfung zwischen ihren Teilen erkennen. Spaltenaufbruch und Verwerfen der älteren Sedimente müssen demnach vor dem Erguß der Basaltdecken vor sich gegangen sein.

Die Brüche nächst Kostenblatt gehören zu einem anderen Systeme von Brüchen, nämlich zu jenen, welche das jüngere Miozänbecken von Teplitz begrenzen. Dessen Ablagerungen reichen von Norden her bis nahezu an den Nordrand unseres Gebietes, überschreiten ihn jedoch nicht.

Hingegen gehören vielleicht dem Miozän die Süßwasserkalke bei 400 *m* westlich vom Toten Berge an. Ein gleiches Alter kommt wahrscheinlich dem größeren Depot von Süßwasserkalk zu, welches nördlich von Kostenblatt, schon außerhalb des Kartenblattes, liegt.

Digitized by Google

Demnach gliedern sich die Tertiärgebilde des Kartengebietes in folgender Weise:

Miozän?	Süßwasserkalk vom Toten Berge	
Oberoligozän	Eruptionen von Phonolithen, Basalten und Basalttuffen, Leuzit- und Nephelinbasanit, Trachydolerit.	Mächtigkeit 170 *m*
Mittel- und Unteroligozän	Lettenartige Tone und Sande. Quarzitblöcke. Schwache Braunkohlenflöze.	Mächtigkeit 90 *m*

I. Unter- und Mittel-Oligozän [ot und os].

Zwischen die oberturonen Tonmergel und die basaltischen Tuffe schieben sich im Kartengebiete allenthalben Letten ein, die nur nördlich von Mukow durch Sand vertreten sind. Südlich Hettau, bei 430 *m*, dann in Kostenblatt und dessen Umgebung schalten sich den Letten schwache Flöze von mooriger Braunkohle ein. Aus dieser Ursache und analog den Verhältnissen im übrigen Mittelgebirge wird dieser Schichtenkomplex als Süßwasserablagerung aufgefaßt und wie die Ablagerungen im Hangenden der oberturonen Tonmergel allerorts im Gebiete des böhmischen Mittelgebirges dem mittleren und unteren Oligozän eingereiht. Dieser Schichtenkomplex entspricht wohl ganz den „Saazer Schichten" Jokélys. In den vorhandenen älteren Karten des böhmischen Mittelgebirges, welche sich über unseren Mittelgebirgsanteil erstrecken, sind die hier beschriebenen Ablagerungen irrtümlich zum größten Teile als Basalttuff eingetragen.

Die Mächtigkeit dieser Schichtenreihe beträgt etwa 90 *m*. Im östlichen Gebietsteile reicht sie von etwa 500 *m* Meereshöhe bis zu 590 *m* in ganz schwebender Lagerung bis zur Verwerfung, welche vom Plateau der Brzesina zum Radelstein verläuft. In gleicher Höhenlage und in gleicher Lagerung finden wir sie in der Umgebung von Mukow. Westlich des vorgenannten Bruches tritt sie im allgemeinen zwischen 400 *m* und 490 *m* Seehöhe auf, so von Hettau bis Kostenblatt. Auch hier lagert die gesamte Schichtenreihe schwebend. West-

Digitized by Google

lich von Kostenblatt aber fällt sie samt den unterlagernden turonen Mergeln mit 8—10° nach Nordwesten ein.

Wir müssen unsere Schichtenreihe als einen besonders hoch gelegenen, bis nahe 600 *m* Meereshöhe reichenden Anteil der Ablagerungen des oligozänen Teplitzer Beckens ansehen.

Die Letten dieser Abteilung sind grau von Farbe, im trockenen Zustande hart und fest, naß aber schmierig. An manchen Orten sind sie ungemein reich an feinstem Quarzsand, die tonigen Bestandteile treten dann zurück. Nicht selten finden sich eingeschlemmte oberturone Foraminiferen. Andere organische Reste waren nicht zu finden. Recht zahlreich liegen in den Letten Blöcke von grauem oder graubraunem Quarzit mit geglätteter Oberfläche. Ihr Gestein ist hart, dicht, mitunter zerklüftet. Auf den Wänden der Klüfte sitzen kleine Quarzkryställchen.

Von den Verwitterungsletten der oberturonen Mergel unterscheiden sich die oligozänen Letten durch größere Milde und Plastizität, während der oberturone Letten in seinen tieferen Lagen bald harte, feste Scherben als Beimengung aufweist.

Ein Bohrloch, welches östlich von Lukow, nordwestlich des Tallinaberges bei 520 *m* abgeteuft wurde, durchfährt nach den Mitteilungen des Herrn Josef Tomschi in Lukow folgende Schichten:

0·75 *m*	schwarze Erde
0·90 *m*	gelber Letten
12·35 *m*	gelber Ton
1·10 *m*	oberturoner Tonmergel, grau, fest.

Braunkohlenflöze. Das Vorkommen von Braunkohlenflözen innerhalb der mittel-oligozänen Ablagerungen bei Hettau und bei Kostenblatt ist durch zahlreiche Versuchsschürfungen festgestellt worden, welche allerdings während der Aufnahmsarbeiten für dieses Kartenblatt in den Jahren 1901 und 1902 nicht mehr im Zuge waren, von denen aber Herr Walentin in Kostenblatt zu berichten wußte. Allenthalben waren die Flöze nur von geringer Mächtigkeit, die Kohle selbst moorig und nicht abbauwürdig.

Wasserführung und Bodenverhältnisse. Der oligozäne Letten ist für Wasser undurchlässig, seine Oberfläche bildet deshalb einen wasserhaltenden Horizont. Die zahlreichen Quellen östlich von Kostenblatt entspringen über unserem Letten, desgleichen die Quelle

Digitized by Google

im Walde nördlich von Lukow bei 540 *m*, ferner die Quellen südlich Hettau, der Prokop-Brunnen nördlich Mukow bei 550 *m*, die Quelle bei 540 *m* östlich vom Dicken Berge u. a. Wegen der Eigenschaft, das Wasser festzuhalten, liefert der oligozäne Letten einen schweren und kalten Boden. Die nährstoffarmen Lettenböden sind zumeist mit Wald bestanden; bei Lukow, Stepanow, zwischen Hettau und Mukow, dann südlich und westlich von Kostenblatt trägt er Äcker und sumpfige Wiesen. Durch Mischung des Lettenbodens mit mittel- bis grobkörnigem Sande und durch Zufuhr möglichst reinen Kalkes bei gleichzeitiger zweckmäßiger Drainage wäre eine Aufbesserung solcher Lettenböden herbeizuführen.

Wesentlich andere Bodenverhältnisse zeigt der oligozäne Sand nördlich von Mukow. Dieser liefert einen leichten trockenen Sandboden.

Bei steilerer Böschung gerät der oligozäne Letten leicht ins Rutschen. Die große Rutschung am Südsüdostabhange des Dicken Berges kommt durch diese Ursachen zustande.

2. Oberoligozän.

Eruptivgesteine und deren Tuffe.

Die mitteloligozänen Sedimente werden direkt überlagert von basaltischen Tuffen und von Basaltdecken, denen sich phonolithische und tephritische Eruptivmassen anschließen. Analog den Verhältnissen in anderen Teilen des böhmischen Mittelgebirges nehmen wir auch für unseren Gebietsteil an, daß die vulkanischen Eruptionen während des Oberoligozän begonnen haben, obschon im Kartengebiete selbst keinerlei Stützen für diese Annahme bekannt geworden sind. Andere Gebilde als die Eruptivmassen und deren Tuffe sind in unserem Gebiete aus dem Oberoligozän nicht vorhanden.

Trotz der ungemein großen Menge vorhandener Ausbruchsstellen und der zahlreichen Eruptionen weisen die Eruptivmassen keine große Mannigfaltigkeit auf. Wir kennen aus dem Gebiete bloß Feldspatbasalte, Nephelin-, Leuzit- und Magmabasalte, Leuzit- und Nephelinbasanite, Trachydolerite und mannigfaltige Phonolithe, endlich Basalttuffe.

Bezüglich der Altersfolge der Eruptionen konnte im Gebiete festgestellt werden, daß die porphyrischen Phonolithe der Hohen Riese und am Ostabhange des Radelsteins älter sind als die Basalte

Digitized by Google

des Radelsteins, weil der Phonolith von Basalt überflossen worden ist; das Altersverhältnis der übrigen Phonolithe zu den Basalten jedoch konnte nicht sicher ermittelt werden.

Trachydolerite durchbrechen nördlich Lukow und beim Pakowaberge basaltische Tuffe. Deshalb müssen sie jünger sein als die basaltischen Eruptionen. Die Basanite sind den Basalten gegenüber gleichfalls als jünger anzusehen, weil Basalttuffe auch von Leuzitbasanitgängen durchsetzt sind. So wäre die Altersfolge der Eruptionen im Gebiete gleich derjenigen, welche in anderen Mittelgebirgsteilen beobachtet wurde. In übersichtlicher Weise dargestellt lautet sie folgendermaßen:

1. Ältere Phonolithe (Hohe Riese, Ostabhang des Radelsteins),
2. Basalte und Basalttuffe,
3. Basanite,
4. Trachydolerite,
5. ? Jüngere Phonolithe (?).

Bei dieser Darstellung ist allerdings für alle Basalteruptionen ein gleiches Alter angenommen.

Die größte Zahl von Eruptivkörpern besteht aus den oben bereits genannten Basalten, welche in Form von Decken und von Schlotausfüllungen auftreten. Die basaltischen Decken sind es, welche in mehrfacher Überlagerung übereinander die tafelförmigen Berge Radelstein und die Brzesina aufbauen und deren Plateaucharakter bedingen. Viele basaltische und trachydoleritische Schlotausfüllungen erheben sich infolge des Abtrages ihrer weichen Umhüllung als Kegel über ihre Umgebung. Einige aus Eruptivbreccien bestehende Schlotausfüllungen haben jedoch gleichfalls Abtrag erlitten, so daß sie nur noch in Form von Narben an die Oberfläche herantreten. Die Phonolithe bilden Dome oder Kegel. Bei ihren Eruptionen haben sie die Sedimente nach Lakkolithenart aufgewölbt.

Im ganzen Kartengebiete treten die noch vorhandenen Eruptivmassen recht sinnfällig in die Erscheinung, weil die weicheren Sedimente in ihrer Umgebung abgetragen sind und die Eruptivkörper zumeist frei in die Lüfte ragen.

Die Eruptivkörper haben fast durchwegs eine kompakte Ausbildung erfahren; nur einige Basaltkörper zeigen den Charakter von Eruptivbreccien.

Digitized by Google

Basalttuff [o BaT].

Als Basalttuff sind alle erhärteten, ursprünglich losen Anhäufungen basaltischer Auswurfsmassen zusammengefaßt worden, welche im Hangenden der mitteloligozänen Letten lagern. Einige dieser Tuffe sind nicht auf rein basaltische Eruptivmassen zurückzuführen, sondern auf basanitische. Eine Trennung der so verwandten und im Aussehen ähnlichen Dinge war undurchführbar.

Die bedeutendsten Tuffmassen des Gebietes finden sich unter den Basaltdecken des Brzesina-Plateaus, dessen Sockel sie ringsum bilden. Dann treten Tuffe auf nordwestlich vom Donnersberge und beim Orte Lhotta.

Von den Tuffen als Oberflächen-Gebilden müssen die mitunter recht tuffähnlichen Eruptivbreccien abgetrennt werden, welche viele Schlotröhren ausfüllen und so, wie sie heute uns vorliegen, mehrere hundert Meter unter der Oberfläche zustande kamen.

Auch die brecciöse Randfazies mancher Basaltkörper, z. B. die des Nephelinbasalts südwestlich des Milleschauer Klotzberges bei 460—470 *m*, gewinnt bisweilen das Aussehen von Tuff.

Unsere Tuffe sind teils Aschen-, teils Sand-, teils Brockentuffe. Die Aschentuffe haben gelblichgraue, Sand- und Brockentuffe aber braune oder graubraune Färbung.

Die Bestandteile der Tuffe des Kartengebietes sind recht mannigfaltig: Schwarze Krystalle von Augit und von Hornblende, Krystalle und Blättchen von Biotit, Bröckchen von Glasbasalt und gelbbraune bis schwarze Palagonittröpfchen beteiligen sich in größter Menge, dazu treten noch vereinzelt Quarzkörnchen und Gneisbrocken. Im Tuffe am Fahrwege südlich des Kostenblatter Klotzberges kommen Körner von Orthoklas vor. Alle diese Gemengteile werden in der Regel durch Karbonate und Zeolithe verkittet. Die Kittsubstanzen sind sekundären Ursprungs. Alle unsere Tuffe sind nicht mehr frisch. Ursprünglich mögen die Gemengteile wohl ohne Bindemittel in unmittelbarer gegenseitiger Berührung gestanden sein.

Besonderes Interesse bieten diejenigen Tuffe, aus denen die in der Literatur seit langem bekannten und in allen Sammlungen vorhandenen Hornblendekrystalle von Lukow und von Kostenblatt stammen. Diese Tuffe sind braune oder braungraue Sandtuffe mit kleineren und größeren Bomben von rotbraunen Magma- und Leuzit-

Digitized by Google

basalten, sowie von gleichgefärbten Leuzitbasaniten. E. Bořický[1]) hat sie als erhärteten Lavaschlamm aufgefaßt und sowohl die Tuffe als auch die in den Tuffen eingeschlossenen „wackenartigen" Basalte „Peperinbasalt" genannt.

In den Bomben finden sich Ausscheidlinge größerer Krystalle von Hornblende, von Biotit, bisweilen in Rubellan umgewandelt, seltener von Augit. Die gleichen Krystalle liegen aber auch lose im Tuff. Aus diesen wittern sie aus und gelangen in die Ackerkrume. Im Boden der Felder über den Tuffen nördlich des Lukower Meierhofes bei 520 *m* und darüber im Walde an der Straße bei 570 *m* können lose, vollkommen ausgebildete Hornblendekrystalle aufgesammelt werden. Auch die Leuzitbasalte am Silberhügel nördlich der Brzesina und die benachbarten Tuffe entlang der Straße, welche am Westabhange des Brzesinaplateaus zum Klotzberge führt, enthalten die gleiche Mineralgesellschaft. Von da sind die losen Hornblendekrystalle weit hinab bis in die Ackerkrume der Felder östlich Kostenblatt gewandert. Endlich führen Tuffe westlich vom Josefstein südlich Kostenblatt Hornblendekrystalle, desgleichen aber auch die in diesem Tuff eingeschlossenen Blöcke von Leuzitbasanit. Alle diese Tuffe sind wohl zurückzuführen auf Eruptionen von Magmen, welche reicher an Alkalien waren als die gewöhnlichen Basalte und in ihrer Zusammensetzung Leuzitbasaniten entsprechen. Die Ausscheidung der großen Hornblendekrystalle neben Biotit in frühen Phasen der Eruption ist eine recht bemerkenswerte Erscheinung.

Von einem gut erhaltenen Hornblendekrystall von Lukow wurde durch Herrn F. Hanusch eine vollständige chemische Analyse ausgeführt. Das zur Analyse verwandte Pulver war vollständig frei von fremden Einschlüssen. Die sonst schwarze Hornblende ist mit brauner Farbe durchsichtig.

SiO_2	39·60
TiO_2	2·50
F	0·10
Al_2O_3	18·51
Fe_2O_3	5·50

[1]) E. Bořický, Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens, pag. 107. (Archiv der naturwissenschaftl. Landesdurchforsch. Böhmens. II. Bd. Prag 1873.)

Digitized by Google

FeO	2·26
MnO	0·74
CaO	12·57
MgO	14·11
K_2O	1·87
Na_2O	2·58
H_2O chem. geb.	0·26
CO_2	0·07
Summe	100·67
O-Äquivalent für F	0·04
	100·63

Manche Basalttuffe, z. B. der Tuff am Rost's Berge nördlich Nedwieditsch westlich der Straße, sind durchsetzt von Aragonitgängen, die entweder die verschiedensten Richtungen verfolgen oder bisweilen auch nur eine bestimmte Richtung einhalten. Die Mächtigkeit der Gänge bleibt im Kartengebiete schwach, sie erreicht höchstens 2 *cm*.

Feldspatbasalt [Bf].

Dieses Gestein baut etwa 40 verschiedene Gesteinskörper auf, welche sich über das ganze Kartengebiet verteilen. Die großen Basaltdecken am Brzesinaplateau und zum größeren Teile auch die des Radelsteins bestehen aus Feldspatbasalt. Aber auch eine große Anzahl von Schloten wird durch dieses Gestein ausgefüllt. Nach Anzahl der Gesteinskörper und nach deren Masse überwiegt Feldspatbasalt bei weitem alle anderen basaltischen Gesteine. An Zahl der Gesteinskörper, aber nicht an Masse kommt ihm etwa der Leuzitbasanit gleich.

Alle Feldspatbasalte des Kartengebietes stellen schwarze, dichte bis feinkörnige oder ausgezeichnet porphyrische Gesteine dar. Die porphyrisch entwickelten Gesteine führen Olivinkörner sowie Krystalle von Augit und von Hornblende als größere Ausscheidlinge. Neben Hornblende findet sich gewöhnlich auch Olivin vor. Stets sind die Hornblendekrystalle vom Basaltmagma schwammig korrodiert worden; häufig ist die Hornblendesubstanz gänzlich verschwunden, nur ein dichtes Haufwerk von Opazitkörnern oder -säulen, rings umrahmt von einem zusammenhängenden schmalen Streifen braunen Augits,

Digitized by Google

bezeichnet den Ort und annähernd den Umfang des früheren Hornblendekrystalls.

Zu den normalen Gemengteilen des Basalts, Augit, Olivin, Magnetit und Kalknatronfeldspat tritt recht häufig brauner Magnesiaglimmer. Bisweilen ist auch Analcim vorhanden. Braunes oder farbloses Gesteinsglas ist als letztes Erstarrungsgebilde in manchen Basalten des Gebietes in größerer Menge ausgeschieden, mitunter mit büschelig oder federförmig angehäuften braunen, äußerst zarten Stäbchen, wahrscheinlich von Titaneisen.

Die größeren Ausscheidlinge von Augit sind in der Regel nicht einheitlich aufgebaut: Zwillingsbildungen nach der Fläche (100) erscheinen sehr häufig, zonarer Aufbau und Sanduhrstruktur sind regelmäßig vorhanden. Bisweilen kann man einen von der übrigen Krystallsubstanz abweichenden pleochroitischen Kern (a und b braun, c grün) beobachten, während der Krystallrand hell lederbraun und ein äußerster Saum braunviolett gefärbt sind. Sanduhrstruktur tritt dann bloß im lederbraunen Rande auf, dem Kern und dem äußersten Saume fehlt sie. Dafür finden sich im violetten Saume rings um den Krystall Einschlüsse kleiner Erzkörnchen eingelagert, welche wiederum in allen übrigen Teilen des Krystalls fehlen. F. Bauer[1]) hat im Augit des Duppauer Theralith ein gleiches Gebundensein der Erzkörner an die dunkleren Teile der Augitkrystalle nachgewiesen.

In dem Feldspatbasalt westlich von Stepanow am Wege nach Kostenblatt bei 465 *m* erscheinen die größeren Augitausscheidlinge dem bloßen Auge dunkelgrün. Ein etwa parallel zu (010) geführter Schnitt durch einen solchen Krystall zeigte folgende Auslöschungsrichtungen:

Kern	$c : c = 34^\circ$
Braune Anwachspyramide der Prismenflächen	$c : c = 43^\circ$
Anwachspyramide der Pyramidenflächen . .	$c : c = 31^\circ$
Violetter äußerster Saum	$c : c = 34^\circ$

Der Plagioklas bildet Leisten oder größere poikilitische Tafeln. Er ist häufig ein Labrador annähernd $Ab_1 An_2$. Die Menge des Feldspats ist in unseren Basalten keine große, sie sinkt herab auf 15%, selbst auf 10%, selten steigt die Feldspatmenge auf 25% aller

[1]) Tschermaks Min. u. petr. Mitteil., XXII, pag. 269.

Digitized by Google

Gemengteile. Von einem feldspatreichen Basaltgesteine (Wostray südlich Milleschau) folgt unten die chemische Zusammensetzung.

Apatit tritt bisweilen in erheblicher Menge (1—2%) auf, in einigen Gesteinskörpern ist Analcim vorhanden.

Bezüglich der Strukturen unserer Feldspatbasalte ist zu bemerken, daß Koagulationsstruktur[1]) insbesonders an den Oberflächen der Decken des Radelsteins und der Brzesina auftritt, wo das Gestein rasch und unter geringem Druck erstarrte, während die Gesteinskörper der Ausfüllungen von Schloten und von Gangspalten in der Regel Intersertalstruktur aufweisen.

Chemische Zusammensetzung des Feldspatbasalt von der Wostray südsüdöstlich Milleschau nach der Analyse von J. Hanamann.[2])

SiO_2	45·80
P_2O_5	0·46
Al_2O_3	13·41
Fe_2O_3	6·89
FeO	5·69
CaO	9·91
MgO	12·82
K_2O	1·41
Na_2O	3·57
Summe	99·96

Die Analyse wurde mit wasserfreier Substanz ausgeführt. Der Wassergehalt der frischen Substanz betrug 3·53%.

Nach dieser chemischen Zusammensetzung würde eine Berechnung folgende Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile ergeben: Augit 60%, Labrador 25·8%, Olivin 5%, Magnetit 8% und Apatit 1%. Die durch die Analyse gefundenen Stoffmengen verteilen sich dann auf die Basaltminerale nach folgender Tabelle:

---

[1]) Vgl. Erläut. zu Blatt Aussig der geolog. Karte des böhm. Mittelgebirges, pag. 33. (Tschermaks Min. u. petr. Mitteil., XXIII, 337.)

[2]) Jos. Hanamann, Über die chemische Zusammensetzung verschiedener Ackererden und Gesteine Böhmens usw. Archiv d. naturwiss. Landesdurchforsch. v. Böhmen, VII. Bd., Nr. 3, Prag 1890, pag. 69.

Digitized by Google

	Augit	Olivin	Magnetit	Labrador	Apatit	
SiO_2 . .	31·6	2·05	—	12·15	—	45·80
P_2O_5 . .	—	—	—	—	0·46	0·46
Al_2O_3 . .	6·0	—	—	7·41	—	13·41
Fe_2O_3 .	1·37	—	5·52	—	—	6·89
FeO . .	2·66	0·55	2·48	—	—	5·69
CaO . .	6·0	—	—	3·24	0·67	9·91
MgO . .	10·37	2·45	—	—	—	12·82
K_2O . .	0·4	—	—	1·01	—	1·41
Na_2O . .	1·57	—	—	2·00	—	3·57
	59·97	5·05	8·00	25·81	1·13	99·96

Leuzitbasalt [Bl].

Zwölf Gesteinskörper des Kartengebietes erwiesen sich als Leuzitbasalte. Sie bilden Kuppen oder Kegel (Setenkenberg, Kegel nördlich vom Klotzberg bei Kostenblatt und Kegel nördlich vom Silberhügel), Gänge oder Schlotausfüllungen und kleine Ströme. Auch finden sich in den basaltischen Tuffen nördlich von Lukow, aus denen die bekannten Hornblendekrystalle von Lukow auswittern, zahlreiche Blöcke und Bomben dieses Gesteins.

Unsere Leuzitbasalte stehen in engen Beziehungen zu den Leuzitbasaniten des Gebietes, sie gehen in letztere Gesteine dadurch über, daß allmählich Kalknatronfeldspat als Gemengteil auftritt.

Im allgemeinen sind die Leuzitbasalte des Gebietes porphyrisch entwickelt: In grauschwarz, schwarz, grauviolett oder rotbraun gefärbter, dichter bis feinkörniger Grundmasse sind in der Regel zahlreiche Krystalle von basaltischem Augit, basaltischer Hornblende, Biotit oder Rubellan und bisweilen auch von Olivin ausgeschieden. Die Krystalle von Hornblende, häufig auch die von Biotit zeigen Korrosionserscheinungen.

Die Grundmasse ist reich an Augit und an Erzen, während Leuzit an Menge zurücktritt. In manchen Gesteinskörpern tritt viel braunes Glas auf (Leuzitbasalte östlich der Schäferei, westlich von Milleschau, südöstlich vom Donnersberg, Kegel nördlich vom Silberhügel). Das Gesteinsglas von Blöcken aus den Basalttuffen nördlich Lukow ist fast undurchsichtig schwarzbraun. Bisweilen finden sich als akzessorische Gemengteile Apatit, Kalknatronfeldspat und selten Hauyn.

Digitized by Google

Recht häufig weist die Grundmasse unregelmäßig verzerrte Blasenräume auf, deren Wände mit Phillipsit oder anderen Zeolithen und mit Calcit überzogen sind.

Rotbraune und violette Färbungen der Grundmasse haben ihre Ursache in einer mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Umwandlung dieser Gesteine. Der Biotit ist dann in der Regel in Rubellan verwandelt und vorhandenes Gesteinsglas trübe bis undurchsichtig geworden. Leuzitbasalte dieser Art sind zusammen mit Tuffen und Leuzitbasaniten gleicher Färbung und gleicher Umwandlungsart von E. Bořický „Peperinbasalte" genannt worden.[1]) Gegen ein Hervorheben dieser „wackenähnlichen Basalte" gegenüber den anderen Leuzitbasalten und gegen eine besondere Bezeichnung derselben wäre nichts einzuwenden. Nur müßte dieser Name dann bloß für Basalte, nicht aber auch für Tuffe angewendet werden.

Nephelinbasalt [Bn].

Aus diesem Gestein bestehen 19 Eruptivkörper, welche in den gleichen Formen wie die übrigen basaltischen Gesteinskörper auftreten.

Sie bilden schwarze, dichte oder porphyrisch entwickelte Felsarten. Bei letzterer Ausbildungsart liegen Ausscheidlinge von Olivin, Augit, seltener von Hornblende, bisweilen auch von Biotit in einer dichten Grundmasse. Besonders zahlreich ist Olivin ausgeschieden im Gestein des westlichen Kegels der Basaltgruppe „in der Klampen" östlich Radowesitz. Zu nußgroßen, bisweilen sogar Faustgröße erreichenden, körnigen Aggregaten schwellen die Olivinausscheidungen im Gestein des Lohberges (Honigsize) südlich Milleschau an.

Die Grundmasse besteht vorzugsweise aus Augit (mitunter auch aus etwas Biotit) und Magnetit. Olivin und Nephelin treten an Menge stark zurück gegenüber den erstgenannten Mineralen. Einzelne Leisten von Kalknatronfeldspat sind regelmäßig vorhanden. Eine Glasbasis ist in der Regel nur selten zu beobachten, in manchen Fällen (Gesteinskörper bei 570 *m* nordwestlich vom „wüsten Teich" nordwestlich des Milleschauer Klotzberges) jedoch ist sie reichlich entwickelt. Der Nephelinbasalt, welcher bei 750 *m* am Gipfelplateau des Radel-

[1]) E. Bořický, Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens, pag. 107. Archiv d. naturw. Landesdurchforsch. Böhmens. II. Bd., Prag 1873.

Digitized by Google

stein dort ansteht, wo die große West-Ost gerichtete von der Platzwiese heraufreichende Schneusse ihr westliches Ende erreicht, enthält recht reichlich ein Mineral der Hauyngruppe und große scharf abgegrenzte Felder eines mit Apatitnadeln gespickten Feldspats (Andesin).

Nephelin tritt in der Regel in unseren Gesteinen in Form von kleinen, nicht geradlinig und unscharf begrenzten Krystallen auf, seltener in großen, mit Augit und Magnetit durchspickten Feldern. In vielen Fällen enthalten die Nephelinkrystalle in ihrem Zentrum kleine Kryställchen von Augit und Magnetit eingeschlossen, bisweilen ordnen sich diese Einschlüsse kranzförmig an, so daß das Bild von Leuzitdurchschnitten vorgetäuscht wird.

Magmabasalt [B m].

Von etwa 15 Gesteinskörpern des Kartengebietes weisen die Gesteine weder Feldspat noch ein den Feldspat vertretendes Mineral auf. Diese wurden als Magmabasalte ausgeschieden. Die Mehrzahl der so bezeichneten basaltischen Gesteinskörper stellt glasreiche Ausbildungsformen von Magmen anderer Basalte (Feldspat-, Nephelin- und Leuzitbasalt) dar, einzelne mögen auch in gleicher Weise sich zum Leuzitbasanit verhalten. Das Gestein der basaltischen Eruptivbreccien ist in der Regel als Magmabasalt ausgebildet.

Die Magmabasalte des Gebietes stellen schwarze, in der Regel porphyrisch entwickelte Gesteine dar. In dichter schwarzer Grundmasse erscheinen größere Ausscheidlinge von Olivin, Augit, bisweilen auch von Biotit, selten von Hornblende. Zahlreiche große Krystalle von Biotit sind ausgeschieden im Gestein der kleinen Kuppe bei 460 *m* östlich der Straße von Palitsch nach Nedwieditsch rein südlich von Sign. 498 *m* und namentlich im Gestein der kleinen Kuppe („Katzenbergel") bei Sign. 358 *m* nahe der Südostecke des Kartengebietes.

Am Aufbau der Grundmasse beteiligt sich neben Olivin, Augit und Magnetit noch eine braune Glasbasis in wechselnder Menge. Ist die Glasbasis in relativ großer Menge vorhanden, so besitzt die Grundmasse schwachen Glanz, das Gestein der Großen Skale nordöstlich Lukow erscheint infolge größerer Mengen von Glasbasis am Bruche wie geölt.

Digitized by Google

Nephelinbasanit [B f n].

In vielen Nephelinbasalten des Gebietes tritt ein Kalknatronfeldspat in geringer Menge auf, so daß ein Übergang zu Basanit hergestellt wird. Zwei Gesteinskörper, die Schlotausfüllung bei Sign. 424 *m* südöstlich des Milleschauer Klotzberges nächst der Straße von Milleschau nach Palitsch und der Kegel westsüdwestlich der Biliner Skale 520 *m*, enthalten jedoch neben Nephelin Kalknatronfeldspat in wesentlicher Menge. Diese Gesteine wurden als Nephelinbasanit ausgeschieden. Es sind schwarze dichte, höchstens durch kleine Olivinausscheidlinge porphyrische Felsarten von basaltischem Aussehen. Die Grundmasse zeichnet sich durch großen Reichtum an Augit aus, dem bisweilen Biotit sich zugesellt. Kalknatronfeldspat bildet schmale Leisten, der Nephelin kleine, unregelmäßig begrenzte Krystalle.

Das Gestein der oben genannten Schlotausfüllung bei Sign. 424 *m* südöstlich des Milleschauer Klotzberges enthält Einschlüsse von Pläner, die wohl gehärtet wurden und eine dunkelgraue Färbung erhielten, neu gebildete Kontaktminerale jedoch nicht aufwiesen. Die Einschlüsse sind sehr reich an Foraminiferen.

Leuzitbasanit [B f l].

Die an die Basalte sich anschließenden Leuzitbasanite sind in der Regel porphyrisch ausgebildet: In schwarzer oder violetter, dichter oder feinkörniger Grundmasse sind größere Ausscheidlinge von Olivin, Augit, Biotit, mitunter auch von Hornblende eingebettet. Die schon wiederholt erwähnten, allbekannten Hornblenden von Lukow und von Kostenblatt entstammen Eruptionen von Leuzitbasanit, sie sind entweder in Blöcken von Leuzitbasanit eingeschlossen oder sie liegen lose in Tuffen. Näheres über das Auftreten dieser Hornblenden soll im Abschnitte über Mineralvorkommen am Schlusse dieser Erläuterungen gesagt werden. Die chemische Zusammensetzung der Hornblende von Lukow ist bereits auf pag. 271 gegeben.

Die häufig holokrystalline Grundmasse unserer Leuzitbasanite besteht aus Magnetit, violettem Augit und braunem Biotit, aus Olivin, Tafeln oder Leisten von Kalknatronfeldspat (Ab_1 An_1) und aus Leuzit. Der Olivin tritt in der Grundmasse der Leuzitbasanite stark zurück, er fehlt ihr bisweilen gänzlich, als größerer porphyrischer Aus-

Digitized by Google

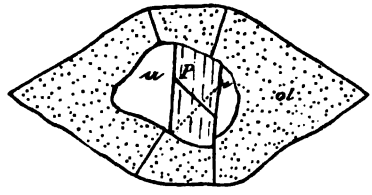
scheidling ist er jedoch fast stets vorhanden. Eine Glasbasis ist nur selten zu beobachten.

Größere Ausscheidlinge von Augit besitzen mitunter einen grauen Kern, welcher von einem violetten Rande mit zahlreichen Einschlüssen von Magnetitkörnchen umgeben ist.

Die Ausscheidlinge von Hornblende erscheinen magmatisch schwammig korrodiert, häufig in geringerem Grade als dies bei den Basalten der Fall ist, so daß größere Hornblendereste übrig geblieben sind. Auch die Krystalle von Biotit weisen bisweilen Korrosionserscheinungen auf.

Folgende Tatsache verdient besonders hervorgehoben zu werden. In dem Gange von Leuzitbasanit an der Waldstraße nordöstlich

Fig. 3.



Olivinkrystall mit Einschluß von Augit aus Leuzitbasanit. ol = Olivin; P = Augit; a und c Auslöschungsrichtungen.

Lukow bei 550 m südlich der Großen Skale sind zahlreiche Olivinkrystalle vorhanden, welche in ihrem Zentrum einen kleinen Augitkrystall eingeschlossen enthalten. Siehe Fig. 3. Olivin braucht in diesem Falle nicht erst nach dem Augit auskrystallisiert zu sein, vielmehr ist wahrscheinlich, daß der Augit sich in einem Hohlraume des früher gebildeten Olivinkrystalls aus eingedrungenem Magma später ausschied. Der Hohlraum im Olivin kann ursprünglich vorhanden gewesen oder durch spätere Resorption gebildet worden sein. Auf diese Art der Augitbildung weist der freie Raum hin, der sich zwischen Augit- und Olivinsubstanz in manchen Fällen, auch in dem abgebildeten Krystall vorfindet.

Unsere Leuzitbasanite besitzen teils Intersertal-, teils Gerinnsel-Strukturen wie die Basalte.

Leuzitbasanite sind über das ganze Kartengebiet verteilt, sie treten besonders als Schlotausfüllungen, aber auch deckenförmig und als Gänge auf. Im ganzen Kartengebiete sind 36 Gesteinskörper

Digitized by Google

dieser Felsart bekannt. Bisweilen zerfallen sie bei ihrer Verwitterung leicht in körnigen Grus (so die Gänge und Bomben von Leuzitbasanit aus dem Tuffe bei 560 *m* südwestlich vom Tschentschitzer Jägerhause und das Gestein der Kuppe nördlich vom Dubicky-Berge am rechten Bachufer bei 410 *m*). Diese Gesteine besitzen besonders große Ausscheidlinge von Olivin (bis 3 *cm* lang), dann von Biotit und von Augit.

Der Gang von Leuzitbasanit nordöstlich Lukow, dessen bereits früher wegen seiner Olivinkrystalle mit Augiteinschlüssen Erwähnung geschah, zeigt in seinen Teilen eine ungleiche Ausbildung: Das Innere des 12—15 *m* mächtigen Ganges ist reich an Blasenräumen von unregelmäßig verzerrter Gestalt, gegen die Salbänder zu wird das Gestein jedoch kompakt. Die Blasenräume sind zum größeren Teile erfüllt mit Calcit und mit Drusen von Phillipsit. Das Gestein der Gangmitte zeigt in dichter schwarzbrauner Grundmasse einzelne größere Biotitkrystalle ausgeschieden.

Trachydolerite [Hauyn- und Sodalithtephrit, Th und Ts].

Die Trachydolerite des Gebietes sind dunkelgraue bis schwarze, dichte oder porphyrisch entwickelte Gesteine, welche im Habitus und nach ihrer Struktur nicht ganz gleichartig entwickelt sind. Fast allgemein treten vereinzelte kleine Augit- oder Hornblendekrystalle, mitunter auch kleine Täfelchen eines Kalknatronfeldspats (saurer Labrador) als porphyrische Ausscheidlinge auf, bisweilen (Gestein im Walde nördlich Lukow bei 560 *m* Seehöhe) vermag das bloße Auge vereinzelte Körnchen von blauem Sodalith zu unterscheiden. Die Grundmasse besteht aus Magnetitkörnchen, graugrün oder gelblichgrau durchsichtigen Augit- oder Ägirinaugitprismen, breiten Leisten von Feldspat, unter denen solche von Kalknatronfeldspat gegenüber denen von Alkalifeldspat überwiegen, endlich aus einem Mineral der Sodalithgruppe. Nur in wenigen Gesteinen kommt Leuzit vor. Einige Gesteinskörper weisen in der Grundmasse reichlich farbloses Glas auf (Toten Berg, Stakuber Berg westlich Kostenblatt), seltener stellt sich in der Randfazies braunes Gesteinsglas ein (Biliner Skala).

Sobald eine Glasbasis in größerer Menge vorhanden ist, treten die Sodalithminerale zurück, ja sie können fast zur Gänze verschwinden.

Die porphyrisch ausgeschiedenen Pyroxene sind bisweilen Ägirin oder Ägirinaugit, häufiger grüner Augit, während in der Grundmasse Ägirinaugit oder grüner Augit auftreten. Letzterer zeigt

Digitized by Google

bisweilen (Gestein des Josef-Stein bei Kostenblatt) kräftigen Pleochroismus: a seegrün, b und c gelbbraun.

Braune Hornblende tritt in den meisten Trachydoleriten als Ausscheidling auf. Ihre Krystalle sind durchwegs korrodiert, entweder schwammig oder bloß randlich mit kräftigen Opaziträndern.

Das Mengenverhältnis der mineralischen Bestandteile wechselt, in einigen Trachydoleriten gewinnt Augit gegenüber den Feldspäten das Übergewicht. In der Regel stellt sich dann auch Magnetit reichlicher ein. Solche Gesteine erhalten dann basaltisch schwarze Farbe und basaltischen Habitus, während die Trachydolerite mit einer geringeren Menge von Augit und Magnetit dunkelgrau gefärbt sind. Die ersteren gehören zu den basaltischen, die letzteren zu den phonolithischen Trachydoleriten.

Ein besonders typisch entwickelter basaltischer Trachydolerit von der Biliner Skale südlich Lukow wurde einer chemischen Analyse unterzogen, weil infolge eines Schotterbruches dieser Gesteinskörper gut erschlossen war und frisches Material bot. Die Ergebnisse der von Herrn F. Hanusch ausgeführten Analyse folgen. Das Gestein enthält viel bräunlichgelben Augit, viel braunes trichitenreiches Glas, bis 5% vom Sodalithmineral und etwa ebensoviel basischen Labrador ($Ab_2 An_3$).

SiO_2	42·14
TiO_2	2·86
P_2O_5	0·51
Cl	0·27
SO_3	0·00
CO_2	0·62
Al_2O_3	13·13
Fe_2O_3	3·49
FeO	7·97
MnO	3·41
CaO	12·13
MgO	4·74
K_2O	2·89
Na_2O	4·78
H_2O gebunden	0·98
Summe	99·92
Spez. Gew.	2·916—2·927

Digitized by Google

Belege für vorstehende Analyse.

Die Substanz wurde bei 105° getrocknet.

CO_2 in 5 *g*; . . . Zunahme des Kaliapparates 0·0310 *g*, ... $CO_2 = 0·62\%$

Glühverlust in 1 *g* Sb = 0·0160 *g*, $H_2O = 1·60 - 0·62 = 0·98$, . geb. $H_2O = 0·98\%$

Aufschlüsse.

1 *g* mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen für: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnC, CaO, MgO;

1 „ „ $KNaCO_3$ „ „ Chlor:

1 „ „ $KNaCO_3$ „ „ SO_3;

1 „ „ $HFl + H_2SO_4$ aufgeschlossen für P_2O_5, K_2O, Na_2O;

1 „ „ $HFl + H_2SO_4$ „ „ TiO_2;

1 „ „ $HFl + H_2SO_4$ „ „ FeO.

Gewogen: $SiO_2 = 0·4214$ *g*, HFl hinterließ keinen Rückstand . . . $SiO_2 = 42·14\%$

„ $(Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5) = 0·2885$ *g*:

aufgeschlossen und titriert: verbraucht $K_2Mn_2O_8 = 10·30$ *cm*³.

Titer der $K_2Mn_2O_8$ Lösung: 1 *cm*³ = 0·010335 *g* Fe_2 [1·4 *g* Doppelsalz = 19·35 *cm*³ $K_2Mn_2O_8$].

$0·010335 \times 10·3 = 0·1064505$ *g* $Fe_2 = 0·152072$ *g* Fe_2O_3 $(+ TiO_2)$.

Gewogen: $TiO_2 = 0·0286$ *g*, ... $TiO_2 = 2·86\%$

„ $Mg_2P_2O_7$ von P_2O_5 0·0080 *g*, $P_2O_5 = 0·00512$, ... $P_2O_5 = 0·51\%$

$[Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5] = 0.2885$ *g*,

$[TiO_2 + P_2O_5 + Fe_2O_3] = 0·1572$ „

$Al_2O_3 = 0·1313$ *g* . . . . . $Al_2O_3 = 13·13\%$

FeO in 1 *g* Sb verbraucht an $K_2Mn_2O_8 = 6·00$ *cm*³;

$0·010335 + 6·0 = 0·062010$ *g* $Fe_2 = 0·07973$ *g* FeO = 0·08858 *g* Fe_2O_3.

In der Probe sind enthalten: $[15.207 - 2·86] - 8·86 = 3·49\%$ . . $Fe_2O_3 = 3·49\%$

und $FeO = 7·97\%$.

Gewogen: Mn_3O_4 0·0367 *g*, MnO = 0·03413, $MnO = 3·41\%$.

„ CaO 0·1213 *g*, $CaO = 12·13\%$.

„ $Mg_2P_2O_7$ 0·1316 *g*, MgO = 0·047376, $MgO = 4·74\%$.

„ KCl + NaCl = 0·1360 *g*; Platin = 0·0607 *g*.

$0·7566 \times 0·0607 = 0·04592$ *g* KCl.

$0·4768 \times 0·0607 = 0·02894$ *g* K_2O. $K_2O = 2·89\%$.

NaCl = 0·1360 − 0·0459 = 0·0901 *g*. $Na_2O = 4·78\%$.

Gewogen: AgCl 0·0110 *g*, Cl = 0·00271 *g*, $Cl = 0·27\%$.

„ $BaSO_4$, $SO_3 = 0·00$.

Den Trachydoleriten gehören 17 nicht besonders umfangreiche Gesteinskörper an. Sie bilden Quellkuppen, Schlotausfüllungen und Gänge. Der Gesteinskörper nördlich vom Toten Berge westlich Kostenblatt ist als Eruptivbreccie, die übrigen hingegen sind in kompakter Weise entwickelt.

Plattige Absonderung ist allgemein vorhanden, die Trachydolerite nördlich vom Dorfe Lukow und südlich dieses Dorfes (bei

Digitized by Google

470 *m* Meereshöhe) sind zum Teil säulig abgesondert. Auch bei unseren Trachydoleriten tritt bisweilen eine großkugelige Struktur im Gesteinskörper auf, die durch kugelschalige Krümmung und Anordnung der Platten zustande kommt.

Die Gesteinsausbildung wechselt, ein und derselbe Gesteinskörper kann an seinen Rändern eine Ausbildung erfahren, die von seinem Innern durch hellere Färbung, poröse Struktur und Glasreichtum abweicht.

Phonolith.

Aus diesem Gesteine bestehen 20 Eruptivkörper, darunter der höchste Berggipfel des Gebietes und zugleich der Kulminationspunkt des böhmischen Mittelgebirges, der 835 *m* hohe Donnersberg (Milleschauer). Die Phonolithkörper sind über das ganze Kartengebiet verteilt, ohne daß eine strenge Regelmäßigkeit in der Anordnung erkennbar wäre, am besten lassen sie sich in drei von NW. nach SO. gerichtete Reihen einordnen: 1. Franzberg—Donnersberg—Steinberg; 2. Stürbitzer B.—Klotzberge—Phonolith östl. Kotzauer; 3. Steinberg—Hohe Riese—Lischenz. — Im folgenden sind alle Phonolithe des Gebietes ohne Rücksicht auf ihr Altersverhältnis gleichmäßig behandelt.

Einige der Phonolithkörper besitzen eine recht bedeutende Masse, so das Plateau der Hohen Riese am Radelstein und der Donnersberg. Die meisten bilden hoch und steil in die Lüfte ragende Kegelberge und bestimmen dadurch wesentlich das eigenartige Landschaftsbild des Gebietes.

Alle Phonolithkörper haben einen mehr oder weniger starken Abtrag erfahren. Davon geben die zahlreichen Phonolithblöcke Zeugnis, welche die Bergkegel besonders an den Seiten des größeren Gefälles auf weite Strecken hin umgeben.

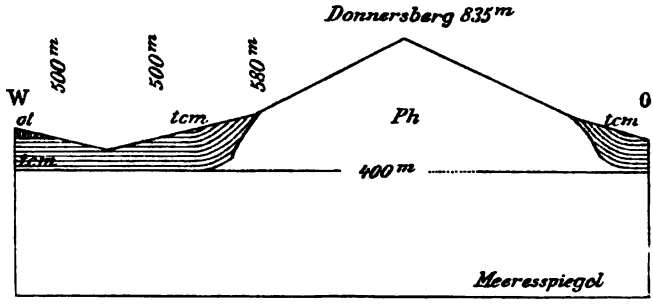
Als Lakkolithe sind der Donnersberg, der Milleschauer Klotzberg und der Phonolith am Ostrande des Kartenblattes östlich Kotzauer anzusehen, da bei diesen eine Aufwölbung der umgebenden Sedimente durch den Phonolith nachweisbar ist. Am West-, Süd- und Ostrande des Donnersberges sind die Cuvierimergel, welche in normaler Lagerung bis etwa 500 *m* Meereshöhe reichen, zu Höhen von 580 *m*, also um 80 *m* emporgeschleppt (siehe Fig. 4). Auch im Steinbruche am Südabhang des Milleschauer Klotzberges „in der Hölle“ ist die Aufwölbung der Cuvierimergel gut zu beobachten.

Digitized by Google

Fast alle Phonolithe des Gebietes sind trachytische Phonolithe, welche graue bis grünlichgraue, dichte bis feinkörnige, zumeist aber porphyrische Gesteine darstellen. Als porphyrische Ausscheidlinge treten auf: Tafeln von Alkalifeldspat, bisweilen auch einzelne von sauerem Labrador, Krystalle von Hauyn und Sodalith, von Ägirinaugit, von randlich korrodierter brauner Hornblende und von Titanit.

Die grünlich- oder dunkelgraue, holokrystalline, dichte bis feinkörnige Grundmasse besteht überwiegend aus Alkalifeldspat in Form

Fig. 4.



Durchschnitt durch den Donnersberg von W. nach O., Darstellung der Aufwölbung der oberturonen Cuvierimergel durch den Phonolith des Berges. *tcm* = Cuvierimergel; *ot* = oligozäner Ton; *Ph* = Phonolith.
Maßstab: 1 : 6.250.

von Balken und breiten Leisten, aus Nephelin und Sodalith, aus wenig Prismen von Ägirinaugit und sehr wenig Körnern von Magnetit.

Gewöhnlich beträgt die Menge der Feldspäte rund 60%, Sodalith und Nephelin bilden 30—35%, Augit und Hornblende 5—8% des gesamten Gesteins.

Minerale der Sodalithgruppe finden sich in allen unseren Phonolithen in größerer Menge, in der Regel überwiegt ihre Menge die des Nephelin, mitunter verdrängen sie den Nephelin gänzlich. Hauyn und Sodalith bilden, wie schon erwähnt, größere Ausscheidlinge. Im dunkelgrauen Gestein des Phonolithkörpers der „Kamaitschke" nördlich des Steinberges östlich vom Donnersberge sind blaue Krystalle dieser Gruppe schon makroskopisch erkennbar. Ferner ist Sodalith in

Digitized by Google

Gestalt ganz kleiner Kryställchen in den Feldspäten eingeschlossen. Endlich bildet Sodalith nicht selten eine xenomorphe Ausfüllmasse der Lücken zwischen den übrigen Gemengteilen.

Nephelin ist nicht in großer Menge in den Phonolithen des Gebietes vorhanden. In den Gipfelteilen der großen Phonolithkegel ist er in der Regel reichlicher vertreten als in den basalen Partien, in denen er nicht immer nachgewiesen werden konnte. Er scheint dann durch Sodalith ersetzt zu sein. Häufig hat er Zersetzung erfahren; bisweilen wurde er durch Karbonate verdrängt.

Eine Glasbasis fehlt im allgemeinen unseren Phonolithen, nur am Rande einiger Gesteinskörper tritt sie auf. Ihr Erscheinen ist als endogene Kontakterscheinung aufzufassen.

Eine abweichende Ausbildung erhielten zwei Phonolithkörper: der kleine, nur teilweise entblößte Phonolith östlich des Dorfes Kotzauer und dann der große Phonolithkörper, welcher das ausgedehnte Plateau westlich vom Radelstein bis zum Kameny Kluk bildet. Der steile Nordabhang dieses Plateaus trug ehedem eine Holzriese, weshalb er den Namen „die hohe Riese" erhielt.

Der Phonolithkörper östlich von Kotzauer besteht aus einem feinkörnigen, holokrystallinen Gestein von grauer Farbe. Struktur und Ausbildungsweise seiner Gemengteile zeigen starke Anklänge an Tiefengesteine (Nephelinsyenit). Schwarze Augitkrystalle, Feldspattafeln und einzelne Titanite treten schon fürs bloße Auge hervor. Die nähere Untersuchung ergibt, daß das Gestein sich aus einem Gemenge breiter kurzer Tafeln von Alkalifeldspat, Nephelin, wenig Ägirinaugit, sehr wenig Magnetit und aus xenomorphem Sodalith zusammensetzt mit größeren eingestreuten Tafeln von Alkalifeldspat, mitunter auch von Kalknatronfeldspat, kurzen dicken Prismen von Ägirinaugit, braunen, randlich korrodierten Hornblendekrystallen, einzelnen Titanit- und zahlreichen Sodalithkrystallen. Der Nephelin ist fast zur Gänze durch Karbonate ersetzt. Dieser Gesteinskörper tritt nur auf kurze Erstreckung zutage.

Das große Plateau westlich vom Radelstein besteht aus einem sehr auffälligen, ausgezeichnet porphyrischen Gestein. In dichter, dunkel grünlich-schwarzgrauer Grundmasse liegen zahlreiche große Krystalle von Orthoklas und von Hauyn, einzelne Prismen

Digitized by Google

von Ägirinaugit und randlich korrodierter brauner Hornblende eingebettet. Die holokrystalline Grundmasse setzt sich aus viel Alkalifeldspatleisten, Sodalith- und Nephelinkrystallen und verhältnismäßig zahlreichen Prismen von grünem Ägirinaugit zusammen. Magnetit war nur im Gestein von der Hohen Riese erkennbar, in den übrigen Schliffen fehlt er. Erze sind dann nur in den Korrosionsrändern der Hornblendekrystalle angesammelt. Sodalith tritt ferner noch in kleinen Kryställchen innerhalb der Feldspäte, aber nicht als xenomorphe Fülle in der Grundmasse auf. Die chemische Zusammensetzung dieses schönen Gesteins folgt auf Seite 287.

Von dem porphyrischen Gestein des genannten Plateaus weicht das im ganzen dichte, hellgraue Gestein des Steinberges südöstlich Hettau wesentlich ab. Dieses ist ein gewöhnlicher trachytischer Phonolith von der gleichen Ausbildung wie die übrigen Phonolithe des Gebietes. Es bildet einen Kegel mit elliptischer Basis. Obschon unmittelbar mit dem Gestein des großen Plateaus verbunden, grenzen sich doch beide Gesteine scharf gegeneinander ab. Sie sind wohl ungleichen Alters. Kontakterscheinungen waren nicht festzustellen. Wahrscheinlich ist das Gestein des Steinberges jünger als das Plateaugestein.

Hingegen ist der porphyrische Phonolith der Hohen Riese und des Kameny Kluk älter als der Feldspatbasalt des eigentlichen Radelsteinplateaus, welches bis zur Höhe von 750 *m* ansteigt. Denn dieser Basaltkörper hat den Phonolith in nordöstlicher Richtung überflossen, so daß der Phonolith durch den Basalt in zwei ungleich große Teile zerlegt erscheint.

Der Phonolith westlich vom Franzberge ist stellenweise säulenförmig abgesondert, die Säulen sind wiederum von einem schief zur Längsachse verlaufenden Kluftsysteme durchsetzt. Auch am Donnersberge ist die gleiche Absonderung zu beobachten. Der Phonolith ist zunächst in dicke Säulen gegliedert, welche dann schräg zu ihrer Längserstreckung in Platten zerfallen. Die porphyrischen Phonolithe der Hohen Riese und des Kameny Kluk zeigen eine grobe Plattung, die meisten der übrigen Phonolithkörper aber sind dünnplattig abgesondert. Besonders dünne und umfangreiche Platten liefern die Steinbrüche am Südabhange des Horaberges. Fast allenthalben streichen die Absonderungsklüfte zwischen den Platten parallel dem

Digitized by Google

Gehänge der Kegel- und domförmigen Phonolithkörper, wodurch diese einen zwiebelschaligen Aufbau erkennen lassen.

Im Phonolith des Milleschauer Klotzberges sind grobkörnige Ausscheidungen (oder Einschlüsse?) vorhanden, welche aus grünem Augit, brauner Hornblende, blaßbraunem Titanit, Magnetit, Apatit, Nephelin, Kalknatronfeldspat und aus geringen Mengen von Alkalifeldspat bestehen.

Die Phonolithkörper des Milleschauer Klotzberges und des Horaberges enthalten Einschlüsse von Gneis.

Endo- und exogene Kontakterscheinungen. Durch den Steinbruchbetrieb an der Südseite des Milleschauer Klotzberges „in der Hölle" ist der Kontakt von Phonolith und oberturonem Tonmergel bloßgelegt. Die Oberfläche des Phonoliths zeigt am Kontakt mit dem Mergel horizontale Rillen, welche durch mehrere Millimeter tiefe Furchen voneinander getrennt werden. Das Phonolithgestein selbst ist am Kontakt braungrau gefärbt und im Gegensatz zu dem normalen dichten Gestein porös entwickelt. Die Feldspatleisten sind fluidal angeordnet und in der Grundmasse tritt Glas auf.

Exogene Kontakterscheinungen sind im Tonmergel nur auf die Entfernung von 1 bis 2 *m* vom Kontakt aus zu bemerken. Der Tonmergel erscheint im Kontakt härter und von dunklerer Färbung. Am unmittelbaren Phonolithkontakt ist er dunkelgrau gefärbt, klingend hart, voll wohlerhaltener Foraminiferengehäuse und reich an Calcit. Neubildung von Kontaktmineralen hat nicht stattgefunden.

Chemische Zusammensetzung.

Nachstehend folgt unter I die chemische Zusammensetzung des Phonoliths vom Gipfel des Donnersberges, unter II die des porphyrischen Phonoliths von der „Hohen Riese" westlich vom Radelstein. Beide Analysen wurden vom Herrn F. Hanusch ausgeführt.

	I	II
SiO_2	55·79	54·05
TiO_2	0·00	0·00
SO_3	0·00	0·48
Cl	0·12	0·25
P_2O_5	0·11	0·00
CO_2	0·43	0·04
Al_2O_3	19·53	21·06

Digitized by Google

Fe_2O_3	2·07	0·41
FeO	2·13	3·90
MnO	0·51	1·91
CaO	3·68	2·80
MgO	0·40	0·86
K_2O	5·01	4·18
Na_2O	7·39	9·67
H_2O gebunden	2·72	1·03
H_2O hygroskopisch . .	—	0·33
Summe	99·89	100·96
Spez. Gew.	2·529	2·630

Belege für Analyse I.

Die Substanz wurde bei 105° C getrocknet.

CO_2 in 5 *g*, Zunahme des Kaliapp. = 0·0217 *g* . . . . . $CO_2 = 0·43\%$

Glühverlust von 1 *g* = 0·0315 *g*; gebunden H_2O, daher = 3·15 − 0·43 = $2·72\%$

Aufschlüsse.

1 *g* mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen für SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, CaO, MgO;
1 „ „ „ „ „ Chlor;
1 „ „ „ „ „ SO_3 und TiO_2;
2 „ „ HFl + H_2SO_4 aufgeschlossen für K_2O, Na_2O, P_2O_5;
1 „ „ „ „ „ FeO.

Gewogen: SiO_2 = 0·5614 *g*, ab Rückstand nach HFl = 0·0035 = 0·5579 *g* $SiO_2 = 55·79\%$

„ $Fe_2O_3 + Al_2O_3 + P_2O_5 + TiO_2$ = 0·2407 *g*:
aufgeschlossen und titriert; verbraucht an $K_2Mn_2O_8$ = 3·0 *cm*³;
1 *cm*³ $K_2Mn_2O_8$ = 0·010335 *g* Fe_2 (1·4 *g* Doppelsalz = 19·35 *cm*; $K_2Mn_2O_8$);
3 „ „ = 0·031005 „ „ = 0·04429 *g* Fe_2O_3.

Gewogen: TiO_2 = 0·00.

„ $Mg_2P_2O_7$ von P_2O_5 = 0·0035 *g*, P_2O_5 = 0·0011 . . . . $P_2O_5 = 0·11\%$

Demnach: Al_2O_3 = 0·2407 − (0·0443 + 0·0011) = 0·1953 . . . . . $Al_2O_3 = 19·53\%$

FeO in 1 *g* Sbstz. verbraucht 1·6 *cm*³ $K_2Mn_2O_8$ = 0·016536 *g* Fe_2;
0·016536 Fe_2 = 0·02126 FeO = 0·0236 Fe_2O_3;

im Gestein sind daher enthalten: Fe_2O_3 = 0·0443 − 0·0236 = 0·0207 *g* $Fe_2O_3 = 2·07\%$

und . . . . . FeO = $2·13\%$

Gewogen: Mn_3O_4 = 0·0055 *g*, MnO = 0·0051 *g* . . . . . MnO = $0·51\%$

Gewogen: CaO 0·0368 *g* . . . . . CaO = $3·68\%$

„ $Mg_2P_2O_7$ von MgO 0·0110 *g*, MgO = 0·0040 . . . . . MgO = $0·40\%$

„ KCl + NaCl = 0·4373 *g* . . . . . .

„ Platin 0·2103 *g* . . . . . .

0·7566 × 0·2103 = 0·1591 *g* KCl . . . . . .

Digitized by Google

$0{\cdot}4768 \times 0{\cdot}2103 = 0{\cdot}1003\ g\ K_2O$ . . . . . $K_2O = 5{\cdot}01\%$
$NaCl = 0{\cdot}4373 - 0{\cdot}1591 = 0{\cdot}2782\ g$ . . . . . .
$Na_2O = 0{\cdot}2782 \times 0{\cdot}531 = 0{\cdot}1477\ g$ . . . . . $Na_2O = 7{\cdot}39\%$
Gewogen: $AgCl = 0{\cdot}0095\ g$; $Cl = 0{\cdot}0012\ g$ . . . . . $Cl = 0{\cdot}12\%$
„ $BaSO_4 = 0{\cdot}00$ . . . . . $SO_3 = 0.$

Belege für Analyse II.

CO_2 in 5 *g*, Zunahme des Kaliapparates $= 0{\cdot}0020\ g$ . . . . . $CO_2 = 0{\cdot}04\%$
$(CO_2 + H_2O) =$ Glühverlust in 1 $g = 0{\cdot}0140\ g = 1{\cdot}40\%$;
Hygrosk. H_2O in $2{\cdot}9970\ g = 0{\cdot}0100\ g = 0{\cdot}33\%$ . . . . . Hygrosk. $H_2O = 0{\cdot}33\%$
chemisch gebunden $H_2O = 1{\cdot}40 - (0{\cdot}04 + 0{\cdot}33) = 1{\cdot}03$ . . . gebunden $H_2O = 1{\cdot}03\%$.

Aufschlüsse:

1 *g* mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen für SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, CaO, MgO;
1 „ „ „ „ „ Chlor;
1 „ „ „ „ „ SO_3;
1 „ „ ($HFl + H_2SO_4$) aufgeschlossen für Eisenoxydul;
2 „ „ „ „ „ Alkalien und P_2O_5;
1 „ „ „ „ „ TiO_2.
Gewogen: $SiO_2 = 0{\cdot}5405\ g$, hinterläßt keinen wägbaren Rückstand $SiO_2 = 54{\cdot}05\%$
„ $(Fe_2O_3 + Al_2O_3 + P_2O_5 + TiO_2) = 0{\cdot}2580\ g = 25{\cdot}80\%$;
mit $KHSO_3$ aufgeschlossen, titriert (nach Reduktion),
verbraucht an Permanganatlösung $= 3{\cdot}5\ cm^3$;
Titer des Permanganates: $1\ cm^3 = 0{\cdot}009478\ g$ Fe_2 ($1{\cdot}4\ g$ Doppelsalz brauchen $=$
$= 21{\cdot}1\ cm^3$ Permanganat).
$3{\cdot}5\ cm^3$ Permanganat $= 0{\cdot}009478 \times 3{\cdot}5 = 0{\cdot}033173\ g\ Fe_2 = 0{\cdot}04739\ g\ Fe_2O_3$.
Gewogen: TiO_2 — in 1 *g* Sb $= 0{\cdot}0000$ . . . . . $TiO_2 = 0{\cdot}00$
„ $Mg_2P_2O_7$ — von P_2O_5 — in 2 *g* Sb $= 0{\cdot}0000$, nicht wägbar $P_2O_5 = 0{\cdot}00$
$Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 0{\cdot}2580\ g$
$Fe_2O_3 = 0{\cdot}0474$ „
$Al_2O_3 = 0{\cdot}2106\ g$ . . . . . $Al_2O_3 = 21{\cdot}06\%$.
FeO in 1 *g* Substanz bestimmt, verbraucht $K_2Mn_2O_8$, $3{\cdot}2\ cm^3 = 0{\cdot}009478 \times 3{\cdot}2 =$
$= 0{\cdot}03033\ g\ Fe_2 = 0{\cdot}0433\ g\ Fe_2O_3 = 0{\cdot}03900\ g$ FeO. — Demnach im Gestein
enthalten: $Fe_2O_3 = 0{\cdot}04739 - 0{\cdot}0433 = 0{\cdot}0041\ Fe_2O_3$ . . . . . $0{\cdot}41\%$ und
FeO . . . . . $3{\cdot}90\%$.
Gewogen in 1 *g* Substanz $Mn_3O_4 = 0{\cdot}0206$; $MnO = 0{\cdot}0206 \times 0{\cdot}93 = 0{\cdot}0191$; $MnO =$
$= 1{\cdot}91\%$.
Gewogen in 1 *g* Substanz $CaO = 0{\cdot}0280\ g$; $CaO = 2{\cdot}80\%$.
„ „ 1 „ „ von MgO, $Mg_2P_2O_7 = 0{\cdot}0236\ g$; $MgO = 0{\cdot}0236 \times 0{\cdot}362 =$
$= 0{\cdot}00854$.
$MgO = 0{\cdot}85\%$;
Gewogen in 2 *g* Substanzen $KCl + NaCl = 0{\cdot}4969\ g$.
„ „ 2 „ Platin $= 0{\cdot}1755\ g$; $0{\cdot}7566 \times 0{\cdot}1755 = 0{\cdot}13278\ g$ KCl;
$0{\cdot}4768 \times 0{\cdot}1755 = 0{\cdot}083678\ g\ K_2O$; $K_2O = 4{\cdot}18\%$.

Digitized by Google

$$KCl + NaCl = 0{\cdot}4969\,g$$
$$-\,KCl = 0{\cdot}1328\,\text{„}$$
$$NaCl = 0{\cdot}3641\,g.$$

$0{\cdot}3641 \times 0{\cdot}531 = 0{\cdot}19333\,g\ Na_2O$; $Na_2O = 9{\cdot}67\%$.

Gewogen in 1 g Sb. $AgCl = 0{\cdot}0100\,g$; $Cl = 0{\cdot}247 \times 0{\cdot}01 = 0{\cdot}00247$; $Cl = 0{\cdot}25\%$.

„ „ 1 „ „ $BaSO_4 = 0{\cdot}0140\,g$; $SO_3 = 0{\cdot}343 \times 0{\cdot}014 = 0{\cdot}0048$; $SO_3 = 0{\cdot}48\%$.

Am Gipfel des Donnersberges findet durch das Gestein des Berges eine Ablenkung der Magnetnadel statt: Auf der Ostseite bei 830 *m* Seehöhe findet eine Ablenkung um 5° nach West statt, auf der Westseite bei 820 *m* Seehöhe wird die Magnetnadel um 4—5° nach Ost abgelenkt.

3. Süßwasserkalk.

Am westlichen Abhange des Toten Berges südwestlich von Kostenblatt findet sich bei 410 *m* ein kleines Depot von „Süßwasserkalk" vor. Das Gestein ist braun gefärbt, wellig geschichtet, dünne braune Lagen wechseln mit heller gefärbten ab. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß das Gestein aus einer Anhäufung kleiner, abgerundeter Calcitkörnchen besteht. Organische Reste konnten nicht aufgefunden werden. Wahrscheinlich läßt sich diese kleine Kalkablagerung ebenso wie die größere, welche nördlich von Kostenblatt außerhalb des Kartengebietes vorhanden ist, ursächlich zurückführen auf besonders kalkreiche Quellen, die aus der Tiefe auf Verwerfungsklüften aufgestiegen sind. Das geologische Alter ist nicht feststellbar, vermutlich gehören sie gleich anderen Ablagerungen von Süßwasserkalken Nordböhmens dem Miozän an.

IV. Diluvium.

Diluvialgebilde spielen im Kartengebiete nur eine ganz untergeordnete Rolle. Es sind keine diluvialen Flußanschwemmungen im Gebiete vorhanden, bloß einzelne äolische Gebilde wurden beobachtet. Deren Umfang ist bescheiden.

Die altdiluvialen Flüsse Nordböhmens haben unser relativ hoch gelegenes Kartengebiet nicht erreicht, sie suchten ihren Lauf in niedriger gelegenen Gegenden nördlich und östlich von unserem Gebiete. Angesichts dieser Tatsache, daß die altdiluvialen großen Flüsse dem Kartengebiete ausgewichen sind, bleiben für den großen Abtrag, den das Gebiet erlitten hat, keine anderen geologischen Arbeitskräfte übrig als die der atmosphärischen Niederschläge und

Digitized by Google

die der bewegten Luft. Der Abtrag erreichte, wie schon eingangs dieser Erläuterungen erwähnt, im Maximum den Betrag von rund 400 *m*. Er muß schon während des älteren Diluviums bis zu dieser Größe vollendet gewesen sein; denn die äolischen Gebilde des jüngsten Diluviums (Löß und Lößlehm) lagern bereits auf Abtragsflächen, welche vom Zeitpunkte der Ablagerung von Löß und Lößlehm an bis auf den heutigen Tag keine weitere Tieferlegung mehr erfahren haben und doch mit zu den tiefst gelegenen Talflächen gehören. Seit dem jüngsten Diluvium sind höchstens die gewiß in weiterer Verbreitung vorhanden gewesenen Löß- und Lehmgebilde abgetragen worden mit Ausnahme der Reste, welche in die Karte eingetragen sind.

Löß und Lößlehm, auf der Karte mit d bezeichnet, finden sich südlich und östlich Radowesitz, südöstlich von Kostenblatt, auf dem Brzesina-Plateau, auf der Ostseite, d. i. im Windschatten des Radelsteins, der Brzesina, des Kostenblatter Klotzberges, des Donnersberges, des Galgenberges, endlich im Südostwinkel des Kartenblattes.

Östlich vom Dorfe Milleschau wird das etwa 3 *m* mächtige Lager von Lößlehm behufs Ziegelbereitung abgebaut. An der Basis des Lehmlagers sind dem Lehm reichlich Blöcke von Gneis des Galgenberges und von Donnersberg - Phonolith beigemengt. Zu unterst folgt eine Lage Letten, der wahrscheinlich als Verwitterungsletten der Kreidemergel anzusehen ist. Kleine Lößkindel finden sich in der untersten Lage des Lehms.

Ein eigentümliches Diluvialgebilde stellt ein geschichtetes Haufwerk von verwittertem Basalttuff und von Lehm auf der Südseite von Rosts Berge bei 420 *m* nördlich Nedwieditsch dar. Basaltbrocken und Tuffbrocken bilden lehmarme Lagen von mehreren Zentimetern Mächtigkeit, welche mit lehmreichen Lagen abwechseln. Dadurch kommt eine grobe Schichtung zustande, die Schichten fallen nach Süd ein mit Winkeln von 25°.

Wahrscheinlich nur lokalen Ursprungs ist ein brauner, grober, kratziger Sand, welcher mit Lagen von weißem Tertiärsand abwechselnd in einer Sandgrube nördlich Mukow bei 500 *m* ansteht. Über dieser Wechsellagerung von braunem und weißem Sand folgt eine Lage von Letten, vermengt mit Basaltblöcken, zuletzt aber Lehm.

Digitized by Google

V. Alluvium.

Alluvionen finden sich im Kartengebiet als jüngste Anschwemmungen der Bäche und als Absätze der wenigen stehenden Gewässer in den Talmulden. Allenthalben kommt ihnen nur geringe Mächtigkeit zu. Die Talmulden tragen über der Sohle aus älteren Gebilden in der Regel Ablagerungen größerer Blöcke von basaltischen und phonolithischen Gesteinen, darüber folgt in den weiteren Tälern Lehm, der an manchen Orten sandig ist.

Zu den Alluvialgebilden können auch die Blockhalden gezählt werden, welche die größeren Eruptivkörper, den Kameny Kluk, den Radelstein, die Klotzberge, den Donnersberg usw. rings umgeben, obschon die Bildung dieser Blockhalden bereits während des Diluviums begonnen hat.

Technische Bemerkungen.

In technischer Beziehung dürften als wertvollste Naturkörper die Kalkmergel der Scaphitenstufe anzusehen sein. Diese können zur Mörtelbereitung verwendet werden. Sie wurden während der Aufnahmsarbeiten (1901/2) nur an einem einzigen Orte des Gebietes, im gräflich Ledebourschen Kalkbruche südwestlich Milleschau abgebaut und für die Mörtelerzeugung gebrannt. Diese Kalkmergel liefern auch allenthalben einen reichen, alle Nutzpflanzen gut nährenden Ackerboden. — Die Phonolithe liefern gute Bausteine, für besondere Zwecke werden die langen und dabei sehr dünnen Platten, welche am Südwestabhange des Horaberges gebrochen werden, gesucht. — Straßenschotter wird aus Basalten, Tephriten und Phonolithen geschlägelt; bei der Wahl des Gesteinskörpers für Schottergewinnung ist in erster Reihe eine gute und bequeme Abfuhrsmöglichkeit des Schotters maßgebend. — Viele Mühen und Kapitalien sind zu Schürfungen auf Braunkohle, besonders in der Umgebung von Kostenblatt vergeudet worden, stets war das Ergebnis der Schürfung ein unbefriedigendes. — Die Tone des Mitteloligozän von vielen Orten würden sich für keramische Industrien eignen. Bislang decken jedoch unmittelbar an der Eisenbahn erschlossene Tonlager anderer Gegenden des Teplitzer Beckens vollständig den Bedarf an diesem Rohmaterial. Und der Mangel eines Schienenstranges im Kartengebiete ist auch die Ursache, weshalb alle genannten Natur-

Digitized by Google

schätze bloß lokale Ausnützung erfahren. — Die grusig verwitternden basaltischen Eruptivbreccien werden im Kartengebiete als Sandgruben benützt, der sandige Grus wird als Sand zur Mörtelbereitung verwendet.

Wasserführung. Die zerklüfteten Eruptivmassen, wie die Phonolithkörper und die Basaltdecken, lassen das Niederschlagswasser einsickern; daher sind Quellen über denselben nicht zu erwarten. Im allgemeinen gilt das Gleiche für die Basalttuffe. Doch ist bei den Basalttuffen die Möglichkeit vorhanden, daß verwitterte Lagen dieser Tuffe eine zusammenhängende tonige Schicht liefern, welche lokal zum wasserhaltenden Horizonte werden kann. Und ähnliches kann sich selbst bei einem Basaltkörper ereignen, sobald er mit einer schlackigen Oberflächenfazies, welche rasch verwittert, versehen ist.

Vollkommen wasserhaltende Horizonte bieten aber die Oberflächen der tertiären Letten und Tone, dann die der oberturonen Mergel. Eine große Anzahl von Quellen im Gebiete entspringt diesen Horizonten: 1. Die Quelle bei 540 *m* südöstlich vom Dicken Berge. 2. Nördlich Lukow bei 545 *m*. 3. Nordwestlich vom Donnersberge bei 580 *m* unweit nördlich des nach Tschentschitz führenden Weges. 4. Bei 570 *m* im Nordosten des Donnersberges. 5. Östlich vom Donnersberge, südöstlich des Hirschberges am Wege bei 460 *m*, noch südwestlich von Sign. 454 *m*. 6. Nordöstlich vom vorgenannten Sign. 454 *m* bei 460 *m* über der Wiese. Endlich 7. der Prokopbrunnen nordöstlich Mukow bei 550 *m*. Die kräftige Modl-Quelle entströmt unter den weiter oben beschriebenen kretazischen Sandsteinen in einem reizenden Hain, welcher wohl eine uralte Kultusstätte darstellt.

Der allgemein im Kartengebiete vorhandene wasserundurchlässige Untergrund ist auch die Ursache des Wasserreichtums, den das Gebiet besitzt, und welcher sich in zahlreichen, kräftigen Bächen äußert, die dem Gebiete entströmen. Die Bäche folgen dabei den beiden großen, nach Nordwest und nach Südost geneigten Abdachungsflächen. Auch die ausgedehnten Waldungen des Kartengebietes mögen zur Mehrung der Niederschläge und zu dem geregelten Wasserabflusse beitragen.

Digitized by Google

Mineralvorkommen.

Unser Kartengebiet bietet verhältnismäßig zahlreiche Mineralfundorte mit sehr ausgeprägten Mineralvorkommen. Im folgenden sollen alle im Gebiete beobachteten Minerale in alphabetischer Anordnung genannt werden. Diese Aufzählung ist dadurch eine möglichst vollständige geworden, daß Herr Ägidius Hanke, k. k. Postmeister in Milleschau, seine langjährigen Erfahrungen und Aufsammlungen von Mineralien aus dem Gebiete für diese Erläuterungen in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat.

Analcim, kleine Rhombendodekaeder in Hohlräumen des Phonoliths vom Milleschauer Klotzberge (Hanke).

Aragonit, violette stengelige Aggregate, Milleschauer Klotzberg; gangförmig in der basaltischen Eruptivbreccie, welche als Narbe nordöstlich des Kirchbergels östlich Milleschau in die Erscheinung tritt; Gänge bildend in der Eruptivbreccie am Straßeneinschnitt bei 440 *m* und im Tuff am Rosts Berge 420 *m* nördlich Nedwieditsch.

Augit, Krystalle der gewöhnlich bei basaltischen Augiten beobachteten Ausbildung in Bomben von Leuzitbasanit aus dem Tuffe südwestlich des Tschentschitzer Jägerhauses, dann im Tuffe an der Straße westlich vom Silber- und Steinhügel bei 580 *m*, selten neben zahlreichen Hornblendekrystallen im Tuffe nördlich des Lukower Meierhofes bei 520 *m* und 570 *m*.

Bergseife, Kalkwerk südwestlich Milleschau (Hanke).

Biotit (Meroxen), schöne Krystalle von 1 bis 2 *cm* im Durchmesser, in der Regel aber nur sechsseitige Spaltungsstücke von Krystallen, im Magmabasalt des Katzenbergels bei Sign. 358 *m* nordöstlich der Modlkapelle; im Leuzitbasalt des Setenkenberges östlich vom Radelstein; im Basalt des Lohberges; in den basanitischen Eruptivbreccien westlich vom Milleschauer Kalkwerk, vom Böhmischen Bergel südlich Milleschau und vom Kirchenbergel bei Milleschau; in Leuzitbasaniten südwestlich vom Tschentschitzer Jägerhause, vom Kalvarienberge westlich des Galgenberges bei Milleschau, von Sign. 537 *m* südwestlich vom Milleschauer Klotzberge, vom Dubickyberge und anderen Orten; im Leuzitbasalte des Kegels nördlich vom Silberhügel und in den benachbarten Tuffen; in Blöcken aus dem Tuffe beim Josefstein südlich Kostenblatt; in Basaltblöcken und im horn-

Digitized by Google

blendeführenden Tuffe nördlich von Lukow sowie an vielen anderen Orten.

Calcit, Rhomboeder und prismatische Krystalle mit Rhomboeder in Hohlräumen und auf Klüften des Phonolith des Milleschauer Klotzberges; eisenreiche Konkretionen von Kalkmergel in der tuffartigen Eruptivbreccie im Straßeneinschnitt nördlich Nedwieditsch bei 450.

Glaukonit, im zenomanen Sandstein auf der Ostseite des Galgenberges bei 410 *m* und im turonen Kalksandstein westlich des Galgenberges am Wege zum Donnersberge.

Hauyn, porphyrisch im Phonolith der Hohen Riese und des Kameny Kluk.

Hornblende, allbekannte schöne Krystalle, gewöhnlich von der Kombination 110, 010, 111 und 001, in den Tuffen nördlich des Meierhofes Lukow bei 520 *m* und an der Straße im Walde nördlich vom erstgenannten Punkte bei 570 *m*, auch in Bomben von Leuzitbasalt und Leuzitbasanit, welche in diesen Tuffen auftreten; in Leuzitbasanitblöcken und im Tuff am Josefstein bei Kostenblatt; im Leuzitbasalt des Kegels nördlich vom Silberhügel und in benachbarten Tuffen; von beiden letztgenannten Fundorten in westlicher Richtung weit verstreut über die tiefer gelegenen Wald- und Ackerböden; im Leuzitbasanitkegel der Berge bei 400 *m* südwestlich Kostenblatt und in anderen Leuzitbasaniten.

Die Hornblendekrystalle aller Fundorte des Gebietes sind als größere Ausscheidlinge in leuzitbasaltischen und leuzitbasanitischen Magmen entstanden, und zwar in Gesellschaft von Meroxen, Augit und Olivin. Da in den basaltischen Gesteinen des ganzen Mittelgebirges Korrosionsreste von Hornblende nachzuweisen sind, so ist die Bildung der Hornblende während intratellurischer Phasen in unseren Basalten und Basaniten als eine allgemeine Erscheinung anzusehen. Wenn wir nun im Kartengebiete Hornblende in den Oberflächeneruptionen finden, so scheint dieses Auftreten einer besonders raschen Förderung der betreffenden Magmen aus dem vulkanischen Herde zuzuschreiben zu sein, wodurch die Hornblendekrystalle vor der Auflösung durch das Magma gerettet wurden. Gänzlich der Korrosionswirkung sind jedoch auch die besterhaltenen Krystalle nicht entgangen. Die Flächen der Hornblenden erscheinen wie angeschmolzen und geflossen, die Kanten abgerundet und von außen ragen Einbuchtungen, mit basaltischem Glas erfüllt, ins Innere der Krystalle. Die chemische

Digitized by Google

Zusammensetzung der Hornblendekrystalle von Lukow ist auf pag. 271 gegeben.

Natrolith, Aggregate blaßgelber Nadeln im Phonolith des Milleschauer Klotzberges.

Olivin, häufig als Ausscheidling vieler Basalte und Basanite; große Krystalle in Bomben und Gängen von Leuzitbasanit aus den Tuffen südwestlich des Tschentschitzer Jägerhauses; nußgroße Bomben von Olivin im Nephelinbasalt des Lohberges.

Phillipsit, in der Eruptivbreccie von Leuzitbasanit am Böhmischen Bergel bei Milleschau; in Blasenräumen eines Ganges von Leuzitbasanit südlich der Großen Skale nordöstlich Lukow.

Sodalith, blaue stecknadelkopfgroße Krystalle in den Phonolithen des Steinberges und der „Kamaitschke", des Kegels nördlich vom Steinberg (Milleschau NNO.), sowie im Trachydolerit nördlich Lukow (Bořický).

Steatit, als Pseudomorphose nach Rubellan, Basalttuff von Lukow.

Thomsonit, kleine halbkugelige Aggregate im Phonolith des Milleschauer Klotzberges und in Hohlräumen des Leuzitbasanits vom Böhmischen Bergel bei Milleschau.

Turmalin (Schörl), in Quarzgängen des Gneis vom Galgenberg bei Milleschau.

Tetschen a. d. Elbe, Mai 1905.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Allgemeines 249
Übersicht des geologischen Aufbaues. Grundgebirge und Klippen. Starker Abtrag während des Diluviums, dadurch der gegenwärtige Landschaftscharakter geschaffen. Hohe Lage des Gebietes. Bruchlinien. Abhängigkeit der Eruptionen von Brüchen und Bruchspalten im Grundgebirge.

I. Grundgebirge 255

II. Obere Kreideformation 256

1. Sandsteine nächst der Modlkapelle 256
2. Cenomane Klippenfazies am Galgenberge bei Milleschau 257
3. Oberturon 258
a) Kalkmergel (Pläner) der Scaphitenstufe 259
b) Tonmergel der Stufe des Inoceramus Cuvieri 261
Lagerungsverhältnisse der Glieder der Kreideformation 263
Wasserführung und Bodenverhältnisse 264

III. Tertiärformation 265

1. Unter- und Mittel-Oligozän 266
Braunkohlenflöze 267
Wasserführung und Bodenverhältnisse 267
2. Ober-Oligozän 268
Eruptivgesteine und deren Tuffe 268
Altersfolge 269
Basalttuff 270
Hornblende von Lukow. „Peperinbasalt" Bořický's 271
Feldspatbasalt 272
Leuzitbasalt. „Peperinbasalt" Bořický's 275
Nephelinbasalt 276
Magmabasalt 277
Nephelinbasanit 278
Leuzitbasanit 278

Digitized by Google

Seite

Trachydolerite (Hauyn- und Sodalithtephrit) 280
Basaltischer Trachydolerit von der Biliner Skale 281
Phonolith 283
3. Süßwasserkalk 290
IV. Diluvium 290
V. Alluvium 292
Technische Bemerkungen 292
Wasserführung 293
Mineralvorkommen 294

Digitized by Google

XVII. Die salischen Gesteine der Ganggefolgschaft des Essexit im böhmischen Mittelgebirge.

Von **J. E. Hibsch.**

Beiträge zur Geologie des böhmischen Mittelgebirges. IV.

Im Verlaufe der verflossenen Jahre wurde durch die geologischen Arbeiten im böhmischen Mittelgebirge das Vorkommen zahlreicher, ausschließlich in Form von Gängen auftretender Gesteine festgestellt, welche bezüglich ihrer Verbreitung an die Essexitstöcke des Gebietes gebunden sind, aber auch stofflich mit dem Essexit in enger Beziehung stehen und während der gleichen Zeit zur Eruption gelangten wie die Essexite. Ihre örtliche, stoffliche und zeitliche Abhängigkeit vom Essexit erklärt sich dadurch, daß sie aus Teilmagmen entstanden sind, welche durch Abspaltung aus dem Essexitmagma hervorgegangen waren. Aus diesem Grunde werden sie als diaschiste Ganggesteine der Gefolgschaft des Essexit aufgefaßt. Sie unterscheiden sich von allen andern aus dem böhmischen Mittelgebirge bekannt gewordenen Gesteinen, welche teils in mannigfacher Form als Ergußgesteine, teils in Gestalt von Tiefengesteinen auftreten, durch ihren chemischen, mineralischen und strukturellen Aufbau sowie auch — wie schon erwähnt — durch ihre geologische Erscheinungsform.

Die Zahl der Gesteinsgänge, welche die Gefolgschaft des Essexit in unserem Gebiete bilden, ist sehr groß. Aus der Umgebung von Rongstock und Großpriesen allein sind weit über 500 einzelne Gänge bekannt geworden.

Man kann zwei Gruppen unter ihnen unterscheiden, die eine besteht aus salischen oder leukokraten, die andere aus femischen

Digitized by Google

oder melanokraten Ganggesteinen. Zu der letzteren gehören die camptonitischen Gesteine (Camptonite, Monchiquite, Leuzitmonchiquite) und der Mondhaldeït. Die erste Gruppe wird gebildet von bostonitischen Gesteinen (Gauteït). Von dieser hell gefärbten, salischen Gesteinsgruppe soll in folgenden Zeilen im besonderen gesprochen werden.

Salische Ganggesteine treten in geringerer Anzahl im Gebiete auf als femische, die Zahl der salischen verhält sich zu der der femischen etwa wie 1 : 2. Bis jetzt sind unter den hellgefärbten Ganggesteinen Gauteïte und Bostonite unterschieden worden.

Als Gauteïte wurden porphyrische Gesteine bezeichnet, welche in grauer bis bräunlichgrauer, rauh sich anfühlender, dichter, etwas poröser Grundmasse größere porphyrische Ausscheidlinge von Hornblende und Augit sowie Tafeln eines Kalknatronfeldspats aufweisen. Die Grundmasse besteht überwiegend aus Leisten und Platten von Feldspaten, vorherrschend Alkalifeldspat, untergeordnet Kalknatronfeldspat. Ferner beteiligen sich wenig Magnetitkörner, wenig Prismen von Augit und Hornblende, bisweilen auch Plättchen von braunem Glimmer, endlich eine häufig in gelbe Körnchen oder gelbe Blättchen umgewandelte Glasbasis am Aufbau der Grundmasse. Akzessorisch treten Titanit, Sodalithminerale und Apatit auf. Die Gesteinsstruktur ist intersertal. Vorhandene Blasenräume sind mit Zeolithen (besonders Analcim) und Karbonaten ausgekleidet.

Dem mineralischen Aufbau entspricht die auf pag. 303 gegebene chemische Zusammensetzung.

Der Gesteinscharakter schwankt, indem die Mengenverhältnisse sowohl der porphyrischen Ausscheidlinge als auch der Grundmassengemengteile wechseln. Insbesondere bedingt das Auftreten größerer Mengen von Hornblende- oder Augitsäulchen in der Grundmasse und das Vorkommen von vielen porphyrischen Hornblende-, Augit- oder Plagioklasausscheidlingen Gesteinstypen, welche sich den Monchiquiten bzw. Camptoniten nähern. Doch sind diese Gesteinsvarietäten nicht scharf abgrenzbar, so daß eine bestimmte Charakteristik derselben nicht gegeben werden kann.

Stellt sich Sodalith in wesentlichen Mengen ein, so wird das Gestein zum Sodalithgauteït.

In chemischer Hinsicht ist der Gauteït charakterisiert durch verhältnismäßig große Mengen von CaO (an 5%), MgO (2·5%), von

Digitized by Google

Eisenoxyden (5—6%), durch hohen Gehalt an Alkalien (11%) und Al_2O_3 (18%) bei mittlerem Gehalt an SiO_2 (54%). Vergl. die Analyse auf pag. 303. A. Osann[1]) hat nach seiner Methode nachstehende Formel für den Gauteït berechnet

$$s_{82} \quad a_{7\cdot5} \quad c_2 \quad f_{10\cdot5}.$$

Vom Gauteït wurde bisher im böhmischen Mittelgebirge ein zweites, hell gefärbtes Ganggestein als Bostonit unterschieden. Die als Bostonite bezeichneten Gesteine stellen auch hellgraue oder bräunlichgraue, häufig porphyrisch entwickelte Gesteine dar, bei denen Ausscheidlinge von Kalknatronfeldspat oder von Sanidin, seltener von Hornblende, Augit oder von Magnesiaglimmer in dichter bis feinkörniger, aber holokrystalliner Grundmasse eingebettet liegen.

Die nicht immer rauh erscheinende Grundmasse besteht aus Leisten und Körnern von Alkalifeldspat, aus breiten Leisten von Kalknatronfeldspat, letztere in zurücktretender Menge, dann aus Körnchen von Magnetit, Hornblendesäulchen und Blättchen braunen Glimmers. Die zuletzt genannten drei Minerale fehlen bisweilen. Eine Glasbasis ist nie vorhanden. Akzessorisch stellen sich Titanit und Apatit ein.

In chemischer Beziehung waren diese Gesteine bisher nicht untersucht worden, weil der Erhaltungszustand aller bekannt gewordenen Bostonite zu wünschen übrig ließ. Die Durchführung chemischer Analysen wurde aufgeschoben bis zur Auffindung frisch erhaltener Gesteine. Da nun aber auf den noch aufzunehmenden Blättern der Geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges Bostonite nur in geringer Zahl oder gar nicht vorhanden sind, frischeres Gesteinsmaterial daher nicht gefunden werden dürfte, so wurde denn mit der Ausführung von chemischen Analysen nicht weiter zugewartet und solche an dem bis jetzt bekannten, verhältnismäßig frischesten Material vorgenommen. Das Analysenmaterial entstammt dem Bostonitgange, welcher im Phonolith des Ziegenberges bei Nestersitz nächst Kilometer 524·264 der Staatseisenbahn-Gesellschaftsstrecke (Blatt Großpriesen der Mittelgebirgskarte) auftritt, und dem Gange aus dem Königsbachtale, rechte Talseite, östlich vom Hohen Stein, nahe dem Südrande von Blatt Rongstock-Bodenbach. Die Analysen wurden durch Herrn F. Hanusch ausgeführt. Zum Vergleiche folgen noch unter III. die Analyse des Gauteïts von Mühl-

[1]) A. Osann, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. III. Tschermaks Min. u. Petrogr. Mitt. XXI, pag. 395.

Digitized by Google

örzen [1]), unter IV. die Zusammensetzung des Bostonits (Maenaïts) von Maena [2]), Kirchspiel Gran in Norwegen, unter V. die Analyse des Osloporphyrs von Akershus in Norwegen [2]), unter VI. die Analyse des Bostonits von Tutvet in Hedrum [3]) (Norwegen), VII. chemische Zusammensetzung des Olivin-Gabbrodiabas von Dignaes [4]) und VIII. die chemische Zusammensetzung des Essexits von Rongstock. [5])

Belegzahlen zu Analyse I (Bostonit vom Ziegenberge bei Nestersitz).

CO_2 in 5 *g* Subst., Zunahme des Apparates 0·007 *g*, $CO_2 = 0·14\%$. Glühverlust $= CO_2 + H_2O$ in 1 *g* Subst. 0·0425 *g* = 4·25%. Hygrosk. Wasser in 1·3245 *g* = 0·0210 *g* = 1·58%. Geb. $H_2O = 4·25 - (0·14 + 1·58) = 2·53\%$.

Aufschlüsse:

1 *g* Subst. für SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, CaO, MgO mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen.
1 „ „ „ Cl mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen;
1 „ „ „ SO_3 mit $KNaCO_3$ aufgeschlossen;
2 „ „ „ K_2O, Na_2O, P_2O_5 mit HF aufgeschlossen;
2 „ „ „ TiO_2 mit HF aufgeschlossen;
1 „ „ „ FeO mit $HF + H_2SO_4$ aufgeschlossen.

Gewogen: SiO_2 0·5580 *g*, hinterläßt mit HF keinen wägbaren Rest; $SiO_2 = 55·80\%$.
„ $Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5 = 0·2487$ *g*. Mit $KHSO_4$ aufgeschlossen, reduziert, titriert, erforderlich an Permanganatlösung 4·9 *cm*³. Titer der Permanganatlösung 1 *cm*³ = 0·009478 *g* Fe_2 (1·4 *g* Doppelsalz = 21·1 *cm*³ Permanganat). 4·9 *cm*³ Permanganat = 0·046442 *g* $Fe_2 = 0·06635$ *g* Fe_2O_3 (inklus. TiO_2). Gewogen $TiO_2 = 0·0215$ *g*; $TiO_2 = 1·07\%$. Gesamteisen = 6·63 − 1·07 = 5·56%. Gewogen $Mg_2P_2O_7$ von P_2O_5-Bestimmung = 0·0185 *g*; $P_2O_5 = 0·0118$ *g*, $P_2O_5 = 0·59\%$. $Fe_2O_3 + Al_2O_3 + P_2O_5 + TiO_2 = 24·87\%$. $F_2O_3 + P_2O_5 + TiO_2 = 5·56 + 0·59 + 1·07 = 7·22\%$; 24·87 − 7·22 = 17·65% Al_2O_3. Für FeO in 1 *g* Subst. verbraucht an Permanganat 0·7 *cm*³ Permanganat; 0·7 *cm*³ Permanganat = 0·006634 *g* $Fe_2 = 0·008527$ *g* FeO entsprechend 0·00948 *g* Fe_2O_3. Im Gestein sind enthalten $Fe_2O_3 = 5·56 - 0·95 = 4·61\%$ und $FeO = 0·85\%$. Gewogen $Mn_3O_4 = 0·0060$ *g*, $MnO = 0·00558$, $MnO = 0·56\%$. Gewogen $CaO = 0·0450$ *g*, $CaO = 4·50\%$. Gewogen $Mg_2P_2O_7 = 0·0330$ *g*, $MgO = 0·01188$ *g*, $MgO = 1·19\%$. Gewogen $KCl + NaCl = 0·2890$ *g*. Platin = 0·1514 *g*. 0·1514 × 0·7566 = 0·11455 *g* KCl; 0·1514 × 0·4768 = 0·072187 *g* K_2O; $K_2O = 3·61\%$. $NaCl = 0·2890 - 0·1145 = 0·1745$ *g*; 0·1745 × 0·531 = 0·092659 *g* Na_2O; $Na_2O = 4·63\%$. Gewogen $AgCl = 0·0050$ *g*; $Cl = 0·12\%$. Gewogen $BaSO_4 = 0$; $SO_3 = 0$.

---

[1]) Hibsch, Erläut. zu Blatt Bensen der Geolog. Karte d. böhm. Mittelgebirges. Tschermaks Min. u. Petrogr. Mitt. XVII, 1898, pag. 87.

[2]) Brögger, Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits. Kristiania 1898, pag. 207.

[3]) Brögger, l. c., pag. 203.

[4]) Brögger, The basic erupt. rocks of Gran. Quarterly Journ. geol. soc. 1894, pag. 19.

[5]) Hibsch, Erläut. zu Blatt Rongstock d. Geolog. Karte d. böhm. Mittelgebirges. Tschermaks Min. u. Petrogr. Mitt. XIX, pag. 55.

Digitized by Google

	I. Bostonit Ziegenberg bei Nestersitz	II. Bostonit Königsbachtal bei Nestersitz	III. Gauteit Mühlörzen	IV. Maenaït Maena	V. Oslopor-phyr Akershus	VI. Bostonit Tutvet in Hedrum	VII. Olivin-Gabbro-Diabas Dignaes	VIII. Essexit Rongstock
SiO_2	55·80	53·23	54·15	56·50	58·50	60·11	49·25	50·51
TiO_2	1·07	2·10	Spur	0·85	—	0·96	1·41	0·95
P_2O_5	0·59	0·76	0·41	—	—	—	0·76	1·11
Cl	0·12	Spur	—	—	—	—	—	—
CO_2	0·14	1·51	—	5·11	—	0·84	—	0·43
Al_2O_3	17·65	16·11	18·25	18·14	18·14	19·01	16·97	17·84
Fe_2O_3	4·61	2·77	3·62	3·12	7·07	4·63	15·21	5·25
FeO	0·85	3·99	2·09	2·86		0·37		4·46
MnO	0·56	0·37	—	—	—	Spur	Spur	—
CaO	4·50	5·34	4·89	3·38	2·89	0·66	7·17	7·93
MgO	1·19	2·12	2·56	1·22	1·51	0·23	3·00 abt.	3·34
K_2O	3·61	3·80	6·56	1·60	2·36	5·36	2·01	3·49
Na_2O	4·63	6·35	4·43	5·28	5·53	6·53	4·91	5·09
H_2O chem. geb.	2·53	2·32	3·69	—	—	—	0·30 abt.	0·74
H_2O hygroskop.	1·58	—	—	—	—	—	—	—
Glühverlust	—	—	—	1·26	3·45	1·37	—	—
Summe	99·43	100·77	100·65	99·32	99·45	100·07	100·99 abt.	101·14
Spez. Gewicht	2·434	2·621	2·632	—	—	—	—	2·855

Digitized by Google

Belege für Analyse II (Bostonit aus dem Königsbachtale).

Substanz bei 100° getrocknet. CO_2 in 5 *g* Subst., Zunahme des Kaliapparates 0·0755 *g*; $CO_2 = 1·51\%$. Glühverlust: $H_2O + CO_2$ in 1 *g* Subst. 0·0383 *g*; gebundenes Wasser = 0·0383 — 0·0151 = 0·0232 *g*; geb. $H_2O = 2·32\%$. Aufschlüsse: 1 *g* Subst. mit $KNaCO_3$ für Bestimmung von SiO_2, Al, Fe, Mn, Ca und Mg; 1 *g* Subst. mit $KNaCO_3$ für Chlorbestimmung; 1 *g* Subst. für SO_3-Bestimmung; 2 *g* Subst. mit HF und H_2SO_4 für Bestimmung von P_2O_5, K und Na; 2 *g* Subst. mit HF und H_2SO_4 für TiO_2-Bestimmung; 1 *g* mit HF und H_2SO_4 für FeO-Bestimmung. Gewogen SiO_2 0·5243 *g*, mit HF behandelt Rückstand 0·0095 *g* (kein TiO_2); reine $SiO_2 = 0·5148$ *g* entsprechend 51·48%. Gewogen $(Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5) = 0·2792$ *g*. Aufgeschlossen mit $KHSO_4$, erhalten 0·0175 *g* unlöslichen Rückstand SiO_2. Demnach richtiger Gehalt an SiO_2 53·23%. — Lösung reduziert und titriert; verbraucht für 1 *g* Subst. 6·3 cm^3 Permanganatlösung. Titer der Permanganatlösung 1 $cm^3 = 0·010335$ *g* Fe_2 (1·4 *g* Doppelsalz = 19·35 cm^3 Permanganat). 6·3 × 0·010335 = 0·0651105 *g* Fe_2 entsprechend 0·093015 *g* Fe_2O_3 samt TiO_2. Gewogen in 2 *g* Subst. TiO_2 0·0420 *g* entsprechend $TiO_2 = 2·10\%$. Gewogen $Mg_2P_2O_7$ von P_2O_5 0·0238 *g*, $P_2O_5 = 0·01523$ *g*; $P_2O_5 = 0·76\%$. Gewogen $(Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5 + SiO_2) = 0·2792$ *g*, ab $(Fe_2O_3 + TiO_2 + P_2O_5 + SiO_2)$ = 0·1181 *g* bleibt $Al_2O_3 = 0·1611$ *g*, $Al_2O_3 = 16·11\%$. FeO-Bestimmung in 1 *g* Subst. verbraucht 3·0 cm^3 Permanganat, 0·010335 × 3 = 0·031005 *g* Fe_2; 0·039863 *g* FeO entspricht 0·0443 *g* Fe_2O_3. Im Gestein ist daher enthalten FeO = 3·99% und Fe_2O_3 = 2·77%. Gewogen $Mn_3O_4 = 0·0040$ *g*, MnO = 0·37%. Gewogen CaO = 0·0534 *g*, CaO = 5·34%. Gewogen $Mg_2P_2O_7 = 0·0590$ *g*, MgO = 2·12%. KCl + NaCl = 0·3596 *g*, Platin = 0·1593 *g*. 0·7566 × 0·1593 = 0·1204 *g* KCl. 0·4768 × 0·1593 = 0·07595 *g* KCl, $K_2O = 3·80\%$. NaCl = 0·3596 — 0·1204 = 0·2392 *g*, $Na_2O = 0·2392 \times 0·531$ = 0·12701 *g*. $Na_2O = 6·35\%$. Chlor in Spuren. $SiO_3 = 0$.

Ein Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Bostonite vom Ziegenberg und aus dem Königsbachtale mit der des Gauteïts von Mühlörzen zeigt die enge Verwandtschaft dieser Gesteine. Größere Differenzen weist nur die Menge an Alkalien, besonders der Gehalt an K_2O auf. Letzterer ist im Gauteït von Mühlörzen verhältnismäßig hoch. Allein bei Berücksichtigung des nicht ganz frischen Zustandes aller dieser Gesteine sowie auch des Umstandes, daß die Alkalienbestimmungen in Gesteinen erfahrungsgemäß häufig recht wechselnde Werte ergeben, wird man diese Differenzen nicht allzu hoch anschlagen dürfen.

Die enge Verwandtschaft in bezug auf die chemische und die mineralische Zusammensetzung läßt es zweckmäßig erscheinen, diese beiden leukokraten Ganggesteine unseres Gebietes noch enger zusammenzuschließen, als es bisher geschehen ist. Das Vorhandensein einer zersetzten Glasbasis im Gauteït und das Fehlen einer solchen in unseren Bostoniten ist gegenüber der nun erkannten großen Über-

Digitized by Google

einstimmung in der chemischen Zusammensetzung noch kein hinreichender Grund, beide Gesteine auch weiterhin auseinander zu halten. Das Zurücktreten der farbigen Gemengteile bei unseren Bostoniten im Vergleich zu den Gauteïten ist bei dem gegenwärtigen Zustande der Gesteine zum Teil auf Zersetzung derselben zurückzuführen.

Aus allen diesen Erwägungen erscheint es angezeigt, die bisher als Bostonite bezeichneten leukokraten Ganggesteine unseres Gebietes den Gauteïten anzureihen.

Über das Verhältnis der erweiterten Gauteïtgruppe zu der großen Reihe der bostonitischen Ganggesteine verbreitet ein Vergleich unserer Gauteïte einerseits mit den Maenaïten und Osloporphyren Brögger's, andrerseits mit den übrigen Bostoniten Licht. Die Maenaïte begleiten nach W. C. Brögger „in ungeheurer Anzahl von Gängen die Gabbrodiabase (Essexite) von Gran" und die Osloporphyre (Oligoklasporphyre) bilden gewaltige Intrusivmassen im Kristianiatale. Ein vergleichender Blick über die auf Seite 303 angeführten Analysen unserer Gauteïte und norwegischen Maenaïte bzw. Osloporphyre lehrt sofort die große Verwandtschaft. Nur tritt in den norwegischen Gesteinen Ca und K an Menge zurück. Von den eigentlichen Bostoniten Amerikas und Norwegens (siehe Analyse VI auf Seite 303) weichen die Mittelgebirgsbostonite und Gauteïte sowie die Maenaïte und Osloporphyre durch geringeren Gehalt an Si, Al, K und Na, hingegen durch eine größere Menge an alkalischen Erdmetallen ab. Die genannten Mittelgebirgsgesteine stehen ebenso wie die norwegischen Maenaïte in enger Beziehung zu essexitischen bzw. theralithischen Magmen, welche bei mittlerem Gehalte an SiO_2 (48—50%) und an Al_2O_3 (16·5—17·8%), mittlerem Gehalte an Alkalien (K_2O 2—3·5%, Na_2O 3—5%) größere Mengen an alkalischen Erden und Eisenoxyden (CaO 7—9%, MgO 3·3—4·5%, Fe_2O_3 5·2—5·7 und FeO 4·5—7·5) aufweisen. Siehe die Analysen VII und VIII auf Seite 303. Die echten Bostonite des südlichen Norwegen und anderer Orte hingegen treten auf in engster Verbindung mit foyaitischen Magmen, welche im Vergleiche zu den Essexiten mehr SiO_2 (53—58%) und Al_2O_3 (19—24%) besitzen, reicher an Alkalien (K_2O 5—9·5%, Na_2O 7·5—10%) sind, dagegen weniger alkalische Erden und Eisenoxyde (CaO 0·7—3%, MgO 0·1—2%, Fe_2O_3 1—3·8%, FeO 0·8—3%) enthalten.

Digitized by Google

Allenthalben treten in jenen petrographischen Provinzen, deren Stammagma größere Mengen von Ca und K bei mittlerem Gehalte an Si und Al enthält, Spaltungsgesteine in Form der Gauteïte auf. Das ist der Fall im böhmischen Mittelgebirge, am Monzoni und bei Predazzo[1]), desgleichen aber auch in der Gebirgsgruppe des Pik von Maros bei Makassar in Süd-Celebes[2]) und in den Highwood Mountains in Montana.[3]) An allen diesen Orten treten Gauteïte in der oben angeführten Beziehung auf.

Obwohl Gauteïte und Maenaïte mit den echten Bostoniten durch Übergänge verknüpft sind, so erscheint es doch zweckmäßig, die Gauteïte (im erweiterten Sinne) und Maenaïte von den echten Bostoniten abzutrennen und als eine Untergruppe in der großen Bostonitreihe aufzufassen. Eine solche Abtrennung hat auch W. C. Brögger durch die Einführung des Namens Maenaït für die leukokraten Ganggesteine der Gefolgschaft des norwegischen Gabbrodiabases vorgenommen und in unserem Mittelgebirge wurde bereits 1896 eine Gruppe leukrokater Ganggesteine des Essexitgefolges als Gauteïte von den Bostoniten abgetrennt. Diese Verhältnisse legte H. Rosenbusch dar in den Elementen der Gesteinslehre, 2. Auflage, pag. 219. Zu der Gauteïtgruppe sind nach den vorstehenden Ausführungen auch die seither in den Erläuterungen zu den Kartenblättern Rongstock-Bodenbach und Großpriesen der geolog. Karte des böhmischen Mittelgebirges als Bostonite beschriebenen Gesteine zu stellen.

Die Gauteïte im erweiterten Sinne bilden mit den Maenaïten — das sei hier wiederholt — eine durch geringeren Gehalt an Si, Al, K und Na, dafür durch größere Mengen von Ca und Mg ausgezeichnete Gruppe in der großen Reihe bostonitischer Ganggesteine, die man mit W. C. Brögger als Kalkbostonite bezeichnen kann. Die genannten chemischen Verhältnisse im Magna veranlaßten die

---

[1]) J. Romberg, Über die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. Anhang z. d. Abhandl. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1904.

[2]) C. Schmidt, Untersuchung einiger Gesteinssuiten, gesammelt in Celebes von P. und F. Sarasin. Anhang zu: Materialien z. Naturgeschichte der Insel Celebes von P. und F. Sarasin. 4. Bd. Wiesbaden 1901.

[3]) L. V. Pirsson, Petrography and Geology of the ign. rocks of the Highwood Mountains, Montana. Bull. Nr. 237 of the U. St. Geol. Survey. Washington 1905, pag. 132 (Trachiphyro-Monzonose).

Digitized by Google

Ausscheidung von Kalknatronfeldspat neben Alkalifeldspat und die Bildung größerer Mengen farbiger Gemengteile als bei den eigentlichen Bostoniten.

Die gut charakterisierten, von allen übrigen Gesteinstypen des böhmischen Mittelgebirges teils durch mineralischen und chemischen Bestand, teils durch Struktur und durch geologische Erscheinungsweise abweichenden Gauteïte, welche in gleicher Ausbildung Hunderte von Gangklüften erfüllen, konnten bei der neuen geologischen Aufnahme des Gebietes nicht übergangen werden. Sie mußten ihre petrographische Würdigung finden. Das führte zur Erkenntnis ihres Wesens und schließlich zur Aufstellung einer besonderen Gruppe mit eigener Benennung innerhalb der aplitischen bzw. bostonitischen Ganggesteine.

Zu diesem Vorgehen zwangen die Tatsachen, keineswegs aber verleitete hierzu die „Sucht, speziell die Ganggesteine in einer ... ungebührlichen Weise in den Vordergrund zu stellen", welche der modernen Petrographie unlängst zum Vorwurf gemacht worden ist.[1]) Herr E. Weinschenk irrt, wenn er glaubt, die moderne Petrographie dränge die Ganggesteine gegenüber den übrigen Gesteinstypen nach vorne. Die wissenschaftliche Petrographie, wie sie heute betrieben wird, behandelt im Gegenteile alle Gesteinsgruppen, von den Eruptivgesteinen bis zu den krystallinischen Schiefern und den verschiedenen Sedimenten möglichst gleich. Sie legt ein Hauptgewicht auf die Genesis der Gesteine, sie unterscheidet und gliedert schärfer, als es früher geschah. Deshalb findet sie manches, das bisher unerkannt und unbeachtet blieb. In der Darstellung tritt dann das Neue stärker hervor und hebt sich von dem Allbekannten mehr ab. Zu dem Neuen gehören insbesonders die den Tiefengesteinen genetisch angegliederten Ganggesteine. So drängen sich diese letzteren als neu von selbst hervor.

Gliederung und scharfe Unterscheidung abweichender Typen kann bei dem heutigen, vorbereitenden Stadium der petrographischen Wissenschaft in allen Gesteinsreihen kaum weit genug gehen. Erst einer künftigen Periode der Petrographie wird es vorbehalten sein, das Zusammengehörende in ein System zusammenzufassen.

---

[1]) E. Weinschenk, Grundzüge der Gesteinskunde. II. Teil, pag. 24.

Digitized by Google

Übrigens führt Herr E. Weinschenk in seinem oben genannten Werke bereits den Camptonit als melanokrates Spaltungsgestein an.[1]) Wenn den modernen Anschauungen bereits diese Konzession gemacht wird, so bleibt konsequenterweise nichts anderes übrig, als die gleichwertigen leukrokraten Abspaltungsprodukte der gleichen Urmagmen, die Bostonite bzw. Gauteïte und andere, in derselben Weise anzuerkennen. Es ist eben eine feststehende, aus allen Eruptivgebieten bekannte Tatsache, daß Teilmagmen in gleichartiger Weise Gangspalten erfüllen und in einer besonderen, von den Erguß- und Tiefengesteinen abweichenden Entwicklung daselbst auftreten.

Tetschen a. d. E., Juli 1905.

---

[1]) L. c. pag. 158. — Herr E. Weinschenk stellt dem Camptonit die von ihm neu gebildete Gruppe „Basalt" zur Seite. Sowohl diese Zusammenstellung als auch die neue Gruppe „Basalt", welche Plagioklasbasalt, Nephelin-, Leuzit- und Melilithbasalt, Nephelin- und Leuzittephrit, Nephelinit und Leuzitit, Augitit und Limburgit umfaßt, wird wohl allgemein abgelehnt werden. — Auch die Zerteilung der Basalte, Melaphyre und Diabase in die beiden Gruppen „Trapp" und „Basalt" ist keine glückliche. Die Zwiespältigkeit der großen Familie der „Basalte, Melaphyre und Diabase" im Sinne von H. Rosenbusch (Elem. d. Gesteinsl., 2. Aufl. pag. 317) ergibt sich aus F. Beckes Arbeit über die Eruptivgesteine d. böhm. Mittelgeb. u. d. amer. Andes (Tscherm. Min. u. petr. Mitt. XXII, pag. 209). F. Becke zeigt, daß die Basalte der pazifischen Gesteinssippe reicher an Feldspaten sind als die Basalte der atlantischen Gesteinssippe, welche durch ihren Augitreichtum ausgezeichnet sind. Die Unterscheidung dieser Basaltgruppen in Basalte der granitodioritischen Magmen und in solche der theralithischen Magmen wäre naturgemäß gewesen, nicht aber die von E. Weinschenk durchgeführte in „Trapp" und „Basalt".

Digitized by Google

XVIII. Über den Gabbro aus dem Flysch bei Višegrad in Bosnien

und die Verteilung von Fe und Mg in Olivin und rhombischen Pyroxen enthaltenden Gesteinen.

Von **Dr. Josef Schiller** (Wien).

Hierzu 2 Textfiguren.

Im Sommer des Jahres 1903 führte mich eine hauptsächlich botanischen Zwecken gewidmete Reise, die ich mit Unterstützung des Vereines zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Prag unternahm, in die bosnischen Gebiete südlich der Drina. Bei meinen Streifzügen, die mich von Višegrad aus in die Umgebung und besonders häufig in das Tal des Lim und Rzav führten, fiel die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Gesteine auf, welche infolge des Bahnbaues an zahlreichen Orten durch Steinbrüche aufgeschlossen waren.

Diese der Serpentinzone angehörigen krystallinischen Gesteine wurden zuerst von Bittner[1]) in ihrem Auftreten studiert und die von ihm gesammelten Gesteine von John[2]) beschrieben. In den letzten Jahren hat insbesondere M. Kišpatić[3]) petrographische Studien in diesen Gegenden betrieben.

Aus einem infolge des Bahnbaues angelegten Steinbruche im Tale des Rzav, einem Nebenflusse der Drina, ca. 3 Kilometer ober-

[1]) A. Bittner, Grundzüge der Geologie von Bosnien und der Herzegowina, pag. 244—248.

[2]) C. v. John, ebenda, pag. 282—287, 295.

[3]) M. Kišpatić, Die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone. Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina, VII. Bd., 1900, pag. 377—484.

Digitized by Google

halb Višegrad, sammelte ich einen recht frisch aussehenden Gabbro, den ich im mineralogischen Institute der Wiener Universität untersuchte, wobei sich einige Fragen ergaben, die im Anschlusse an die kurze Beschreibung des Gesteines erörtert werden sollen.

Vor allem aber fühle ich mich verpflichtet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Fr. Becke, auf das herzlichste für die gütige Unterstützung zu danken. Auch meinem Freunde Herrn Assistenten Dr. M. Stark danke ich für die stete bereitwillige Hilfe aufs herzlichste.

Das Gestein zeigt eine schwarzgraue Farbe, besitzt mittleres Korn und läßt makroskopisch nebst dem Feldspat insbesondere einen Pyroxen (Diallag) sehr deutlich erkennen. Die Individuen dieses Diallags sind 4—6 *mm* groß, vielfach von Plagioklasen oder anderen Gesteinsbestandteilen durchwachsen, zeigen deutliche Spaltbarkeit und auf den Spaltflächen einen lebhaften grünlichen Schimmer. Läßt man das Licht auf frische Bruchflächen des Gesteins fallen, so leuchten die Diallage lebhaft auf und zeigen sehr schön die poikilitische Struktur. Weniger makroskopisch hervortretend sind die übrigen Bestandteile, Hypersthen, Olivin und Magnetit.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein die hypidiomorph-körnige Struktur der Tiefengesteine. Unter den Gemengteilen fällt vor allen der Feldspat auf. Die Auslöschungsschiefe auf Schnitten parallel der Fläche 010 beträgt $32^1/_2{}^0$, normal auf a 42^0. Der optische Charakter ist deutlich negativ; somit ist dieser Plagioklas ein Bytownit. Die Individuen dieses Bytownites sind dicktafelig nach 010 entwickelt; seltener sind sie prismatisch. Zwillingsbildung ist nicht gerade selten und man beobachtet am häufigsten Zwillinge nach dem Albitgesetz, dann nach dem Karlsbader Gesetz, seltener nach dem Periklingesetz. Die Plagioklase zeigen vor allen Bestandteilen des Gesteines eine, wenn auch nicht sehr vollkommene, idiomorphe Umgrenzung. Zonarstruktur zeigt sich an den Plagioklasen nur untergeordnet, wobei der einfachste Fall dieser Erscheinung auftritt: Ausbildung eines An-reicheren Kernes und einer An-ärmeren Randzone. Der Anorthitgehalt wurde nach mehreren Methoden zu bestimmen gesucht. Nach der Methode der konjugierten Auslöschungsschiefen[1]) suchte ich zunächst in Karlsbader Doppelzwillingen, die keine Zonarstrukturen zeigten, den An-Gehalt zu bestimmen:

[1]) A. Michel-Lévy, Etude sur la détermination des Feldspaths dans les plaques minces. Paris 1904. Taf. XXIII.

Digitized by Google

1	1′	2	2′
$36^1/_2{}^0$	40^0	32^0	33^0.

Dies ergäbe nach den neuesten Tabellen von Michel-Lévy einen An-Gehalt von 98%.

An einem anderen Zwillinge wurden folgende Auslöschungsschiefen bestimmt:

1	1′	2	2′
50^0	$47^1/_2{}^0$	28^0	$28^1/_2{}^0$.

Dies ergibt nach den erwähnten Tabellen 97% An.

Fig. 1.

Zwei andere, sehr günstig geschnittene Plagioklase, Karlsbader Doppelzwillinge, zeigten:

	1	1′	2	2′
a)	$41^1/_2{}^0$	42^0	29^0	$29^1/_2{}^0$,
b)	32^0	30^0	$29^1/_2{}^0$	32^0.

Dies würde für den ersten Zwilling auf einen Plagioklas von 89% An-, für den zweiten auf 66% An-Gehalt führen.

An einem Zwillinge mit deutlicher Zonarstruktur wurde in der Randzone der Winkel zwischen den 2 B-Achsen der Lamellen nach dem Albitgesetz ermittelt $BB\alpha = 17^0$. Hieraus folgt $\varphi = 8^0\ 30'$. Daraus ergibt sich ein Anorthitgehalt von 81%.[1])

[1]) F. Becke, Bestimmung kalkreicher Plagioklase durch die Interferenzbilder etc. Siehe diese Mitt., XIV, pag. 413.

Digitized by Google

Im Kerne ergab sich der Winkel der 2 B-Achsen $B\,B\alpha = 8^1/_2{}^0/_0$; daher $\varphi = 4^0\,15'$, woraus ein Gehalt von $88^0/_0$ An folgt.

Eine weitere Untersuchung nach der eben angeführten Beckeschen Methode ließ an einem Karlsbader Zwilling die optischen Achsen B einstellen. Aus der Position der Achsen gegen die Trasse der Zwillingsgrenze ergab sich:

$$2\varphi = 8{\cdot}4^0,$$
$$2\lambda = 4{\cdot}4^0;$$

aus $\varphi = 4{\cdot}2^0$ folgt ein An-Gehalt von $87^1/_2{}^0/_0$;
aus $\lambda = 2{\cdot}2^0$ „ „ „ „ „ $87^1/_2{}^0/_0$.

Fig. 2.

Wie man sieht, ergibt die Bestimmung des An-Gehaltes nach der Michel-Lévyschen Methode durchschnittlich höhere und minder übereinstimmende Werte als die Beckesche Methode. Die oben mitgeteilte Auslöschungsschiefe nach M würde nach Max Schuster auf $75—80^0/_0$ Anorthitgehalt deuten.

Der Menge nach ist von den Gemengteilen an zweiter Stelle der Olivin zu erwähnen.

Er bildet Körner ohne idiomorphe Umgrenzung, gewöhnlich von rundlicher Form; daneben treten auch zerlappte Formen auf, eine bei diesem Mineral nicht ganz gewöhnliche Erscheinung. Die Olivinkörner zeigen ferner eine typische Maschenstruktur, sind also in starker Umwandlung begriffen, als deren bekannte Produkte auch hier der Serpentin und Magnetit erscheinen. In der Nähe des

Digitized by Google

Serpentins tritt Bastit auf, der zugleich mit farbloser Hornblende an vielen Stellen die Körner des Olivins umgibt. Diese letzteren treten makroskopisch kaum hervor; unter dem Mikroskop sind sie farblos. Optischer Charakter ±. (Der Achsenwinkel konnte leider wegen der schon vorgeschrittenen Umwandlung nicht bestimmt werden. Doch ist er nach der Krümmung des Achsenbalkens zu urteilen von 90° gewiß nicht sehr verschieden.)

Der Diallag weist unter dem Mikroskop eine gelblichbraune Farbe auf, zeigt deutliche Spaltbarkeit nach der Querfläche, eine weniger deutliche nach dem Prisma. Einlagerungen, wie sie für den Diallag bekannt sind und allgemein angegeben werden, sind reichlich vorhanden. Seine Ausbildungsweise ist typisch allotriomorph. Der Achsenwinkel wurde mittels der Beckeschen Methode[1]) zu 74° ermittelt. Optischer Charakter positiv.

Große Ähnlichkeit mit dem Diallag zeigt durch die Farbe und die allotriomorphe Ausbildung ein rhombischer Pyroxen, der sich als Hypersthen erwies. Er zeigt ähnliche Interpositionen wie der Diallag. Hier überwiegt die prismatische Spaltbarkeit die nach der Querfläche. Der optische Charakter ist negativ. Die Bestimmung des Achsenwinkels konnte leider nicht vorgenommen werden.

Magnetit findet sich in unregelmäßig begrenzten, vielfach gewundenen und geschlungenen Formen zwischen den übrigen Gemengteilen des Gabbro, ohne jemals eine idiomorphe Umgrenzung zu zeigen. Diese Formen sprechen für eine relativ späte Erstarrung des Magnetit in diesem Gestein. Ähnliche Formen von Magnetit haben kürzlich Duparc und Pearce in ihrem Werke „Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord, Genève 1905" beschrieben. In kleineren Mengen sieht man den Magnetit bei der Umwandlung des Olivins in Serpentin entstehen und in Form von Körnchen in den Maschen abgesetzt. Um nachzuweisen, daß tatsächlich Magnetit vorliege, wurde mittels Magnetes aus dem gepulverten Gesteine das Eisenerz herausgezogen und die leichte Löslichkeit des Pulvers in Salzsäure nachgewiesen.

Als Umwandlungsprodukt erkennt man nebst dem schon erwähnten Serpentin und dem gleichfalls aus dem Olivin hervorgehen-

[1]) F. Becke, Messung des Winkels der optischen Achsen aus der Hyperbelkrümmung. Diese Mitt., Bd. XXIV, H. 1—2, pag. 35—45.

Digitized by Google

den Magnetit, welche zusammen die Maschenstruktur im Olivin bilden, Bastit, der sich besonders in den an Olivin grenzenden Pyroxenen (Diallag) bildet. In diesem Bastit bemerkt man hin und wieder eine farblose Hornblende, deren Fasern entweder wirr durcheinander liegen oder strahlig angeordnet sind.

Nach der herrschenden Mineralkombination ist der Gabbro als ein Olivingabbro anzusprechen.

In bezug auf die Ausscheidungsfolge zeigt das vorliegende Gestein Abweichungen von der allgemein angenommenen Regel, indem einerseits der Plagioklas schon frühzeitig, teilweise schon vor dem Olivin und Magnetit zur Krystallisation kam, während das letzte Mineral wenigstens zum Teil erst nach Erstarrung von Plagioklas und Pyroxenen zu krystallisieren begann.

Wie wir sahen, kommen in dem untersuchten Gabbro Olivin und ein rhombischer Pyroxen, der sich als ein Hypersthen erwies, vor und es interessierte die Frage, wie sich in einem solchen Gesteine das Fe und Mg auf den Olivin und den rhombischen Pyroxen verteile. Hierbei wurden nur die rhombischen Pyroxene infolge der genaueren Kenntnis des Einflusses des FeO-Gehaltes auf die Größe des Achsenwinkels in Betracht gezogen.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung folgt, daß ein optisch ± Olivin neben einem (—) Hypersthen auftritt, daß also nach den bekannten Beziehungen zwischen den optischen Achsenwinkeln und der Mischung aus Eisen- und Magnesiasilikat neben einem an Fe_2SiO_4 armen Olivin ein an $FeSiO_3$ reicherer rhombischer Pyroxen vorkommt.

Zur exakten Beantwortung obiger Frage wäre eine Analyse der beiden Minerale des Gabbro notwendig gewesen. Da deren Sonderung aus dem Gestein aber nicht möglich war, auch die vollständige optische Bestimmung beider Gemengteile nicht gelang, mußte ich mich nach einem für diese Zwecke besser geeigneten Materiale umsehen. Mein verehrter Lehrer, Herr Prof. Becke, machte mich auf die für gedachte Zwecke vorzüglich geeigneten sogenannten Olivinbomben vom Kapfenstein bei Gleichenberg in Steiermark aufmerksam.

In diesen im Basalttuff eingeschlossenen Knollen findet man reichlich einen weingelben Olivin in bis 7 *mm* langen und bis 5 *mm*

Digitized by Google

breiten Körnern, ferner einen dunkelölgrünen Bronzit und einen smaragdgrünen Diopsid, die in der Korngröße etwas dem Olivin nachstehen. Durch Zerschlagen der Bomben gelingt es leicht, die drei Minerale zu trennen. Sodann wurden schöne reine Körner von Olivin und Bronzit ausgesondert und mit einer starken Lupe untersucht, um eventuelle fremde Mineralteilchen entfernen zu können. So erhielt ich ein für die chemische Analyse brauchbares Material und die Korngröße erlaubte zugleich optische Bestimmungen.

A. Beobachtung am Olivin.

Es wurde eine Platte $\perp$ zur Mittellinie α hergestellt. Die Abweichung der Mittellinie von der Normalen war ganz unbedeutend. Im Schneiderschen Apparat wurde nun der scheinbare Achsenwinkel um α gemessen. Für die Glaslinse des Apparates war der Brechungsexponent bekannt $= 1{\cdot}524$. Der scheinbare Winkel $2E\alpha = 103°18'$ im Na-Licht.

Nimmt man den mittleren Brechungsexponenten des Olivins $\beta = 1{\cdot}678$, so ergibt sich

$$2V\alpha = 90°5'.$$

Dieser Olivin wurde nun analysiert, nachdem der Aufschluß in heißer konzentrierter Salzsäure erfolgt war. Die Analyse ergab:

SiO_2	40·77
MgO	48·56
FeO	9·25
Al_2O_3	1·03
	99·61

Aus der Analyse berechnet man unter Vernachlässigung des Al_2O_3 in Molekularprozenten:

Mg_2SiO_4	90·2
Fe_2SiO_4	9·8
	100·0

Aus der Starkschen Tabelle [1]) folgt nach der Größe des Achsenwinkels $2V\alpha = 90°5'$ ein Gehalt von 12% Fe_2SiO_4 oder aus dem Gehalte von 9·8% Fe_2SiO_4 ein Achsenwinkel $2V\alpha = 91°$. Diese Werte sind etwas größer als die oben gefundenen.

[1]) M. Stark, Zusammenhang des Winkels der optischen Achsen mit dem Verhältnis von Forsterit und Fayalitsilikat beim Olivin. Diese Mitt., Bd. XXIII, H. 5, pag. 451 u. 452.

Digitized by Google

B. Rhombischer Pyroxen (Bronzit).

Auch hier wurde zunächst wieder eine Platte hergestellt, um den Achsenwinkel im Schneiderschen Apparate bestimmen zu können. Die Platte war normal zur Mittellinie α. Der scheinbare Winkel wurde im Na-Licht zu $2G = 109^0\,32'$ bestimmt. Daraus berechnet sich der wahre Winkel unter Berücksichtigung des Brechungsexponenten der Linse des Apparates (1·524), wenn der mittlere Brechungsexponent des Bronzites $\beta = 1{\cdot}67$ ist, zu:

$$2V\alpha = 96^0\,26',$$
$$2V\gamma = 83^0\,34'.$$

Die Analyse dieses Bronzites lieferte folgendes Resultat[1]):

Spezifisches Gewicht mit dem Pyknometer bestimmt $s = 3{\cdot}436$.

	Analyse	Aus der Formel berechnet	Analyse wasserfrei auf 100
SiO_2	54·39	56·03	55·19
TiO_2	0·12	—	0·12
Al_2O_3	1·89	1·92	1·92
Fe_2O_3	2·49	2·52	2·53
FeO	4·52	4·58	4·59
MnO	0·21	0·21	0·21
MgO	34·88	34·74	35·39
CaO	0·05	—	0·05
H_2O	1·71	—	—
	100·26	100·00	100·00

Die Analyse läßt sich berechnen, wenn man die Verbindungen $Mg_2Si_2O_6$, $Fe_2Si_2O_6$, $Mn_2Si_2O_6$, $MgAl_2SiO_6$, $MgFe_2SiO_6$ darin als vorhanden annimmt. Der Gehalt an Wasser, Kalkerde, Titansäure wird dabei unberücksichtigt gelassen. Zählt man noch Fe- und Mn-Silikat zur Vereinfachung zusammen, so hat man in Molekularprozenten der angenommenen Verbindungen:

$Mg_2Si_2O_6$	86	89·9
$MgAl_2SiO_6$	3·9	
$MgFe_2SiO_6$	3·2	9·9
$Fe_2Si_2O_6$	6·9	

[1]) Diese Analyse wurde von Fräulein Grete Becke im Institute des Herrn Hofrates Ludwig ausgeführt, wofür genannter Dame herzlichst gedankt sei.

Digitized by Google

Diese Zusammensetzung erfordert die unter „berechnet" stehenden Analysenzahlen.

Zählt man die eisenhaltigen Glieder zusammen, so erhält man das Verhältnis von rund 10 : 90 zwischen eisenhaltigen und eisenfreien Verbindungen. Aus der Tabelle von Mrha würde nach dem Achsenwinkel $2V = 83^1/_2$ das Verhältnis $10^1/_2$ zu $89^1/_2$ folgen.

In diesem Falle ist also kein wesentlicher Unterschied in der Verteilung von Eisen und Magnesia im Olivin und rhombischen Pyroxen nachzuweisen.

M. Bauer bringt in seiner Abhandlung „Der Basalt vom Stempel bei Marburg"[1]) eine Analyse von Olivin und Bronzit aus dem Olivingestein aus dem Basalt vom Stempel. Diese Olivingesteinsmasse und desgleichen die beiden Minerale sind nach den Angaben des Autors zwar etwas verwittert, doch nicht so stark, daß Bedenken gegen die Verwertung dieser Analysen bestehen könnten.

Analyse von Olivin aus dem Basalt vom Stempel:

SiO_2	40·68
FeO	9·19
NiO	0·50
CuO	0·08
MgO	49·58
CaO	0·02
	100·05

Nach einer beiläufigen Berechnung führt die Analyse auf 9—10% Fe-Silikat.

Der Bronzit bildet olivengrüne, stark glasglänzende und unregelmäßig begrenzte Körner, zeigt also hierin ziemliche Übereinstimmung mit dem Bronzit vom Kapfenstein. Die Analyse ergab folgendes:

SiO_2	57·19
Al_2O_3	0·70
Cr_2O_3	Spur
FeO	7·46
MnO	0·35
MgO	32·67
CaO	1·30
H_2O	0·63
	100·30

[1]) Neues Jahrb. f. Min. etc., 1891, Bd. II, pag. 182—187.

Digitized by Google

Die Berechnung der Analyse ergab $11^1/_2$% des Eisensilikates.

Hieraus geht hervor, daß der Bronzit gegenüber dem Olivin etwas mehr von dem Eisensilikate enthält, doch ist der Unterschied recht gering.

Die beiden Fälle haben das gemeinsam, daß Olivin und rhombischer Pyroxen als Bestandteile der alten basischen Ausscheidungen — Olivinknollen — in basaltischem Gestein auftreten.

Für die Beantwortung obiger Frage schien es mir notwendig, noch weitere Fälle zu untersuchen, die dem untersuchten Gabbro ähnlicher wären, wo ja Olivin und rhombischer Pyroxen neben Feldspaten und anderen Gemengteilen auftreten.

Herr Geheimrat Prof. M. Bauer hatte die Liebenswürdigkeit, mir von dem von ihm untersuchten Dolerit[1]) von Ziegenhain in Hessen einige Dünnschliffe zu übersenden, wofür ihm nochmals herzlichst gedankt sei. Ich bestimmte nun nach Beckes[2]) Methode aus der Hyperbelkrümmung den Achsenwinkel, wofür günstige Schnitte vorhanden waren. Dann kann man mit Hilfe der von Stark[3]) und Mrha[4]) gegebenen Tabellen den Gehalt an der Eisenverbindung in Molekularprozenten für den Olivin und rhombischen Pyroxen finden:

Olivin	$2V\gamma = 88^0$	$7^1/_2$%,
rhombischer Pyroxen (Hypersthen) . .	$2V\alpha = 86^0$	20%.

In den Gabbroeinschlüssen[5]) im Basalt von Schluckenau in Böhmen kommen gleichfalls Olivin und rhombischer Pyroxen zusammen vor. Die Untersuchung ergab folgendes:

Olivin	$2V\alpha = 87^0$	21%,
rhombischer Pyroxen (Hypersthen) . .	$2V\alpha = 77^1/_2{}^0$	29%.

In dem untersuchten Gabbro aus Bosnien zeigte der Olivin $\pm$ Charakter, der Achsenwinkel muß daher zirka 90^0 betragen, was

---

[1]) M. Bauer, Beiträge zur Kenntnis der niederhessischen Basalte. Sitzungsbericht d. königl. preußischen Akademie d. Wissenschaften zu Berlin, XLVI, 1900, pag. 15 (1037).

[2]) F. Becke, siehe pag. 313.

[3]) M. Stark, diese Mitt., Bd. XXIII, H. 5, pag. 451—452.

[4]) Mrha, diese Mitt., Bd. XIX, H. 2, pag. 140.

[5]) Vgl. C. v. John, Über Gabbro- und Granititeinschlüsse im Basalt von Schluckenau. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1902, Bd. LII, pag. 141. Das mineral. Institut verdankt dem Autor einige Proben der interessanten Gabbroeinschlüsse.

Digitized by Google

nach Starks Tabelle einen Gehalt an Eisensilikat von zirka 12% ergäbe.

Der rhombische Pyroxen im Gabbro ist ein Hypersthen mit negativem optischen Charakter; somit kommt ihm ein Gehalt an $FeSiO_3$ von wenigstens 15% zu, wahrscheinlich ist er aber wesentlich höher.

In der Literatur vermochte ich noch zwei hier verwendbare Fälle aufzufinden.

Duparc und Pearce beschreiben im Pyroxenit von den Tilaifelsen [1]) einen Olivin mit positivem Charakter und einem Achsenwinkel $2V\gamma = 90°$. Nach der Tabelle von Stark ergäbe dies einen Gehalt von Fe_2SiO_4 von zirka 12%. Der zugleich mit dem Olivin im gelben Gestein vorkommende rhombische Pyroxen ist ein Hypersthen mit optisch negativem Charakter, dem somit ein Mindestgehalt an $FeSiO_3$ zukommt von zirka 15%:

Olivin	$2V\gamma = 90°$	12% $FeSiO_4$
Pyroxen (Hypersthen) . . .	$2V\alpha < 90$ (wenigst.)	15% $FeSiO_3$

Im selben Werke wird von beiden Autoren Seite 425 ein nach dem Tilaigebirge mit „Tilait" bezeichnetes Gestein beschrieben, ein feldspatarmer Olivingabbro, in dem gleichfalls Olivin und rhombischer Pyroxen zusammen vorkommen. Der Olivin stimmt nach den Angaben der beiden Autoren vollkommen mit dem in den Pyroxeniten vorkommenden überein. Dagegen weicht der rhombische Pyroxen von dem früheren ab. Er ist optisch negativ (nicht positiv, wie in dem erwähnten Werke infolge Druckfehlers angegeben ist) und der Achsenwinkel beträgt 50°. Daraus ist auf einen Gehalt an $FeSiO_3$ von zirka 54% zu schließen.

Olivin (±).	$2V\gamma = 90°$	12%
Rhomb. Pyroxen (Hypersthen)	$2V\alpha = 50°$	54%

Stellt man alle Fälle zusammen, in denen der Gehalt an Eisen- und Magnesiasilikat im Olivin und im rhombischen Pyroxen desselben Gesteins oder derselben akzessorischen Bestandmasse ermittelt werden konnte, so erhält man folgende Tabelle:

---

[1]) L. Duparc et Fr. Pearce, Recherches géologiques et pétrogr. sur l'Oural du Nord. Deuxième mémoire. Genève 1905, pag. 412, 414.

Digitized by Google

	Molekularprozente der Eisenverbindung im Olivin	Molekularprozente der Eisenverbindung im rhombischen Pyroxen
Olivinfelseinschlüsse im Basalttuff von Kapfenstein	10—12	10
Olivinfelseinschlüsse im Basalt von Stempel bei Marburg. .	9—10	$11^1/_2$
Pyroxenit von Tilai, Ural . .	zirka 12	mehr als 15
Gabbroeinschluß im Basalt von Schluckenau	21	29
Gabbro von Bosnien	zirka 12	mehr als 15
Tilait (Olivingabbro) von Tilai .	zirka 12	54
Dolerit von Ziegenhein, Hessen	$7^1/_2$	20

Aus dieser Übersicht läßt sich entnehmen, daß in jenen Fällen, wo Olivin und rhombischer Pyroxen als Gemengteil in feldspatfreien Gesteinen oder Bestandmassen auftritt, Fe und Mg sich ziemlich gleichmäßig auf beide Minerale verteilen. In feldspathaltigen Gemengen erweist sich dagegen der Olivin regelmäßig reicher an Mg-Silikat als der rhombische Pyroxen.

Digitized by Google

XIX. Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft.

Monatsversammlung

am 6. März 1905 im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute.
Anwesend 32 Mitglieder.

Der Vorsitzende begrüßt den als Gast anwesenden Prof. V. Goldschmidt aus Heidelberg.

Vorträge.

Hofrat G. Tschermak: Über Zeolithe. Der Inhalt dieses Vortrages wird an anderem Orte veröffentlicht werden.

Reg.-Rat v. Loehr: Mitteilungen über die Fundorte von Seisser Zeolithen.

Die Zeolithe der Seisser Alpe finden sich in dem Melaphyr, welcher einerseits oberhalb Bad Ratzes im oberen Tschapitbach-, Frötschbach- und Frombachlaufe über den Puflatsch, Puflerloch zum Pitzbach, andrerseits im Saltariabachlauf und hinter den Ausläufern des Schlern, den Roßzähnen, ansteht. Die Hauptfundstätten sind im Frombach (Analcime und Apophyllite), Frötschbach (außer den beiden noch Mesotype), im Puflerloch (Puflerit und Mesotype, Desmine). Außerdem sind in den Abstürzen und Blöcken, die der Frombach und Frötschbach zu Tal bringen, fast alle Gattungen der Zeolithe vertreten.

Der Vortragende hatte Gelegenheit, die Sprengung eines solchen großen Felsblockes von Melaphyr zu verfolgen, welche in den Augusttagen 1904 nächst der Saleggerbrücke im Frötschbach stattfand.

Digitized by Google

Er konnte die verschiedenen Schichtungen beobachten, wie selbe sukzessive bloßgelegt wurden, und wies der Versammlung Proben vor. Der Block war von Schichten roten dichten Zeolithes durchzogen, welche von Herrn Cornu als kalkreicher Mesotyp bestimmt wurden. Es fand sich strahliger grüner und weißer Mesotyp in Partien vor, „Kästenkugeln" nach örtlicher Benennung, auch (selten) Pectolit, große schöne Krystalle von Analcim, auch verschiedene Apophyllite, in den oberen Schichten ein gewöhnlicher Habitus, in den tiefen Schichten, die zumeist unter Wasser lagen, ausgewaschen und zweite Generationen bildend. In diesen unteren Schichten lagen auch Calcite und Quarze, krystallisiert und strahlig, und ist diese Erscheinung vielleicht in bemerkenswertem Zusammenhang zu der soeben von Hofrat Tschermak vorgeführten Theorie der Zeolithe zu bringen.

Der Vortragende führte Bilder des gesprengten Blockes in verschiedenen Stadien, sowie Bilder der Gegend vor. Bemerkenswert ist der Wasserfall des Frötschbaches oberhalb Ratzes mit seinen vielen bloßgelegten Horizontalschichten, die nach Mitteilung des Vortragenden eigentümliche asbestartige Lager aufweisen.

Den Schluß bildete eine Aufforderung an die Wiener Mineralogische Gesellschaft, die interessante Zeolithengegend einmal korporativ zu Forschungszwecken zu besuchen, und der Dank an Herrn Cornu für die Bestimmung der Zeolithe.

Prof. V. Goldschmidt (Heidelberg): Über einen Quarzzwilling nach R.

Der Inhalt dieses Vortrages ist ausführlich publiziert in Tschermaks Mineral. u. petrogr. Mitteilungen, Bd. XXIV, Heft 3, pag. 157.

Der Vortragende bespricht seinen Plan, einen Atlas aller publizierten Krystallbilder von Mineralien auf dem Wege der photographischen Reproduktion der Originalfiguren zustande zu bringen und richtet an die Fachgenossen die Bitte, ihn in diesem Unternehmen zu unterstützen.

Digitized by Google

St. Kreutz: Über die Ausbildung der Krystallform bei Zwillingen von Kalkspat.

Der Vortragende zeigt, daß Zwillingskrystalle von Kalkspat, die auf derselben Druse mit einfachen Krystallen vorkommen, unter Verhältnissen, die auf gleichzeitige Bildung der einfachen und der Zwillingskrystalle schließen lassen, charakteristische Veränderungen der Krystallform zeigen, welche sich stets auf die Regel zurückführen lassen, daß die Zwillingskrystalle dort, wo sie sich längs der Zwillingsebene berühren und wo gemeinsame Kantenrichtungen (Zonenachsen) in die Umgebung ausstrahlen, ein vermehrtes Wachstum zeigen. Dieses vermehrte Wachstum zeigt sich in einer Vergrößerung der Zentraldistanz der an die Zwillingsgrenze anstoßenden Krystallflächen, insbesondere an einspringenden Winkeln; an einer sehr charakteristischen Beeinflussung der Vizinalflächenbildung; gewöhnlich auch in einem größeren Volumen der Zwillingskrystalle im Vergleich mit den einfachen Krystallen. Diese Beobachtungen stehen in Einklang mit jenen, welche Prof. Becke in diesen Mitteilungen, Bd. X, pag. 133 ff., über Dolomit und in den Mitt. der Wiener Mineralog. Gesellschaft vom 12. Jänner 1903, Min. petr. Mitt., XXII, über Orthoklas besprochen hat.

Franz Neugebauer: Über eine neue chemische Untersuchung des Dognácskaits.

In der Monatsversammlung der Wiener Mineralogischen Gesellschaft vom 5. Dezember 1904 teilte Dr. Koechlin auf Wunsch des Herrn A. Otto eine Analyse des Dognácskaits mit, die zur Zeit, als Otto Assistent bei Professor Pohl an der Technik in Wien war, in Pohls Laboratorium (aber nicht von Otto) ausgeführt worden war.

Da diese Analyse Werte aufweist, die gänzlich verschieden sind von jenen der Analyse Maderspachs, auf Grund deren Krenner[1]) den Dognácskait aufgestellt hat, führte ich eine neue chemische Untersuchung durch, um die Frage der Zusammensetzung dieses Minerals zu entscheiden.

Nach Dana (System of Mineralogy, 1892, pag. 111) erwähnt Krenner den Dognácskait ganz kurz als ein „Wismutkupfererz“,

---

[1]) Földt. Közl., XIV, 564, 1884.

Digitized by Google

spaltbar nach einer Richtung, Farbe grau, an der Luft anlaufend.

Analyse von Maderspach:

S	15·75%
Bi	71·79%
Cu	12·28%
	99·82%

Kommt zu Dognácska in Ungarn mit Gold, Pyrit, Chalkocit und Wismutocker vor.

Die andere Analyse, die nach Otto an demselben Material vorgenommen worden sein soll, das von Krenner als Dognácskait beschrieben worden ist, hat ergeben:

Bi	42·2%
S	18·9%
Cu	36·1%
Fe_2O_3	1·4%
	98·6%

Dies entspricht etwa der Formel des Wittichenits $Bi_2S_3 + 3Cu_2S$.

Das vorliegende Mineral zeigt aber eine ausgezeichnete Spaltbarkeit, während von einer Spaltbarkeit des Wittichenits nichts bekannt ist.

Auch die von Koechlin durchgeführte Bestimmung des spezifischen Gewichtes zeigte, daß das vorliegende Material nicht mit Wittichenit identisch sein könne. Er führte zwei Bestimmungen durch und fand:

1. An 0·589 *g* Substanz mit der hydrostatischen Wage (ohne Gebrauch der Luftpumpe) . . . . . $s = 6·72$.

2. An 0·8355 *g* Substanz mit dem Pyknometer und mit Gebrauch der Luftpumpe . . . . . $s = 6·79$.

Der Wittichenit hat dagegen das spezifische Gewicht 5.

Das Material meiner Analysen stammt teils aus der Sammlung des naturhistorischen Hofmuseums, teils aus der des Herrn Kommerzialrates Weinberger, und zwar erhielt ich 1 *g* von Koechlin sorgfältig ausgesuchtes und mechanisch gereinigtes und etwa ebensoviel nicht vollkommen gereinigtes Material.

Das letztere verwendete ich zur qualitativen Analyse, welche außer Cu, Bi und S in der Tat eine wenn auch sehr geringe Menge Fe ergab.

Digitized by Google

An dem sorgfältig gereinigten Material machte ich zwei quantitative Analysen. Die erste der beiden mußte nach den Ergebnissen der qualitativen Analyse so durchgeführt werden, daß Cu und Bi durch H_2S von Eisen vollständig getrennt wurden. Dieses reine Material ergab aber keine Eisenfällung.

So konnte man sich bei der zweiten quantitativen Analyse lediglich auf die Bestimmung von Cu, Bi und S beschränken.

Dieser Vorgang wurde eingeschlagen, weil trotz der geringen Substanzmenge eine Kontrollanalyse angestrebt wurde.

In konzentrierter HNO_3 gelang die vollständige Oxydation des S zu H_2SO_4. Die Analyse ergab:

S	17·91%
Bi	71·88%
Cu	10·04%
	99·83%

Aus diesen Zahlen berechnet sich das Verhältnis der Atome der in diesem Mineral enthaltenen Elemente zu 7 S : 4 Bi : 2 Cu, so daß die einfachste Formel $Bi_4Cu_2S_7$ lautet, die auch als eine verständliche Molekelverbindung angeschrieben werden kann, und zwar: $2Bi_2S_3 + Cu_2S$.

Die Verhältniszahl für Bi erscheint wohl etwas höher als 4, doch findet dies darin seine Erklärung, daß das Mineral nicht vollkommen frei von Wismutocker war. Koechlin teilte mir mit, daß sich beim Zerkleinern fortwährend Hohlräume zeigten, die mit Wismutocker ausgekleidet waren. Das Mineral konnte natürlich nur soweit von Bi_2O_3 befreit werden, als die mechanische Zerkleinerung desselben es zuließ.

Der Hohlräume wegen dürfte sich das spezifische Gewicht vielleicht noch um Geringes höher stellen als das von Koechlin gefundene.

Berechnet man aus der gefundenen Menge Cu zuerst Cu_2S und aus der restlichen Menge Schwefel Bi_2S_3, so bleibt eine geringe Menge Bi übrig, die man als Oxyd nicht für das Molekül des Minerals in Betracht ziehen darf. Rechnet man die so gefundenen Gewichte von Cu, Bi und S auf 100, so erhält man:

S	18·9%
Bi	70·5%
Cu	10·6%
	100·0%

Digitized by Google

Das sind zugleich die Zahlen für die prozentuelle Zusammensetzung einer Verbindung von der Formel $2Bi_2S_3 + Cu_2S$.

Analyse von Maderspach:		Die aus der Formel $2Bi_2S_3 + Cu_2S$ berechneten Werte:		Analyse von Neugebauer:	
S . . .	15·75%	S . . .	18·9%	S . . .	17·91%
Bi . . .	71·79%	Bi . . .	70·5%	Bi . . .	71·88%
Cu . . .	12·28%	Cu . . .	10·6%	Cu . . .	10·04%
	99·82%		100·0%		99·83%

Aus dieser Zusammenstellung lassen sich nachstehende Folgerungen ziehen:

Es kann das vorliegende Mineral auf keinen Fall Wittichenit sein.

Die von mir gefundenen Zahlen kommen den gerechneten Werten näher als jene von Maderspach. Es scheint das von Maderspach analysierte Material nicht nur von Bi_2O_3, sondern auch noch durch geringe Mengen von Kupferglanz verunreinigt gewesen zu sein, doch zeigen die 3 Zahlengruppen eine ziemliche Übereinstimmung.

Da kein Wismutkupferglanz mit so hohem Wismutgehalt bekannt ist, wie ihn das von Maderspach und mir analysierte Mineral besitzt, ferner die von mir gefundenen Zahlen eine verständliche Molekelverbindung ergeben, können wir den von Krenner aufgestellten Dognácskait als selbständiges Mineral betrachten.

Nach den Erfahrungen beim Präparieren des Analysenmaterials vermutet Koechlin, daß außer der ausgezeichneten Spaltbarkeit noch eine zweite, untergeordnete existiert. Außerdem hat es sich gezeigt, daß die glänzenden Spaltflächen nach scharf ausgeprägten Geraden sich in Streifen zerlegen, die sehr stumpfe Winkel miteinander bilden, wie man es in ähnlicher Weise gelegentlich beim Wismutglanz und Antimonglanz beobachten kann.

Koechlin hofft über diese Verhältnisse später eingehender berichten zu können.

Ausstellung: Zeolithe von Tirol.

An der Ausstellung hatten sich folgende Anstalten und Sammler beteiligt: Hofmuseum (H), Mineralog. petrogr. Institut Universität (M P I), Mineralogisches Institut (M I), Prof. Kürschner (K), Reg.-R. v. Loehr (L), E. Veidl (V).

Digitized by Google

Natrolith. Seisser Alpe, Frombach: 3 *cm* lange farblose Krystalle auf Kalkspat in Augitporphyrit (H). — Cipitbach (V). — Strahlig bis radialfaserig, weiß bis lichtviolett in Melaphyr (H). — Fassatal: Grob radialstengelig und rötliche faserige Aggregate (Var. Krokalith) (K, V). — Mte. Baldo: Farblose, etwas seidenglänzende büschelige Nadeln (K).

Mesolith. Fassatal: Seidenglänzende faserige Aggregate (H, V).

Thomsonit. Seisser Alpe, Puflerloch: Mandeln, von blaßrötlichem blättrigen Individuen erfüllt (K, H).

Analcim. Seisser Alpe: Krystalle (211) (H, M I), Frötschbach (V), Pufflerjoch nahezu wasserhelle (211) (V). — Fassatal: Monzoni? Krystalle (211) (H); große durchscheinende Krystalle (100) u. (211) in Gleichgewicht (H, V).

Laumontit. Theiß: Die Innenwand einer Quarzgeode überkleidend (H). — Fassatal, Sotto i rassi: Seidenglänzende Aggregate von weißen Stengeln (H, V).

Chabasit. Pufflerjoch: Mit Desmin (Pufflerit), der älter ist (M P I, K, V). — Theiß: Kleine Krystalle in Quarzgeoden (H). — Monzoni: Durchscheinende Krystalle (H). — Fassatal: Große durchscheinende Rhomboeder mit Zwillingen nach beiden bekannten Gesetzen [Zwillingsebene (111) und (100)] (M P I). — Val Donna: Zeigt die Phakolithform (V).

Desmin. Theiß: Mit Datolith und Kalkspat in einer Amethystgeode (H, V). — Pufflerjoch: Var. Pufflerit, kugelige und halbkugelige Aggregate mit jüngerem Chabasit (H, MPI, K, V). — Val Donna, Fassatal: Kleine Krystalle auf Quarz (V).

Phillipsit, Val Donna, Fassa: Kleine Krystalle auf Chabasit (MPI).

Heulandit (Stilbit). Theiß: Kleine, weiße, farblose Krystalle auf Datolith in Geoden (H). — Molignon gegen das Fassatal (V). — Fassatal: Ziegelrote, häufig rosettig gruppierte Tafeln (H, K, V).

Apophyllit. Seisser Alpe: Große achtseitige Tafeln, rosenrote dünnblättrige Tafeln (H), sehr dünne, farblose, durchsichtige Tafeln (K, V). Derb blättrig, rötlichweiß (H, V).

Pseudomorphosen von Quarz nach Apophyllit aus dem Fassatal, eine würfelähnliche, die zweite pyramidal ohne Endfläche (H).

Monatsversammlung

am 3. April 1905 im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute.
Anwesend 27 Mitglieder.

Als Mitglieder sind beigetreten:

Dr. E. Sommerfeldt, Tübingen.

Dr. Josef Ippen, Graz.

Vorträge.

Herr F. Cornu berichtet über ein neues Kontaktmineral „Hibschit" (benannt zu Ehren von J. E. Hibsch) aus Einschlüssen des ober-

Digitized by Google

turonen Kalkmergels der Cuvieristufe im Phonolith des Marienberges bei Aussig.

Der Hibschit erscheint als Umwachsung von grünen Titanmelanitkryställchen, besitzt oktaedrische Gestalt, zeigt das Verhalten isotroper Körper; sein Brechungsindex beträgt ca. 1·67, die Härte 6, das spezifische Gewicht über 3.

Die auf Grund einer Bauschanalyse der Verwachsung des Titanmelanits mit dem Hibschit und aus einer separierten Analyse des Titanmelanits berechnete Zusammensetzung des Hibschits führt zu einer mit der des Lawsonit identischen Formel $H_4CaAl_2Si_2O_{10}$. Das gleiche Mineral wurde in Kalksteineinschlüssen aus dem Basalt von Aubenas im Vivarais nachgewiesen, die von Herrn A. Lacroix[1]) beschrieben wurden.

Die Beschreibung wird ausführlich in Tschermaks Min. petr. Mitt. erfolgen.

Frl. Hilda Gerhart: Krystalltracht der Doppelsulfate.

Die Vortragende hat an den Doppelsulfaten der Zusammensetzung $R''SO_4.R'_2SO_4.6H_2O$, $R'' = Mg\ Zn\ Ni\ Cu$, $R' = K\ NH_4$ den Einfluß der Zusammensetzung der Lösung auf die ausfallenden Krystalle geprüft. Die Doppelsulfate wurden einmal aus ihrer eigenen Lösung gezogen, dann aus Lösungen, die den maximalen Überschuß von $R''SO_4$ einerseits, R'_2SO_4 andrerseits enthielten, der noch die Krystallisation des Doppelsalzes zuließ; endlich wurde die Lösung mit einem Überschuß von Säure versetzt.

Charakteristische Unterschiede der Krystalltracht ließen sich feststellen, die durch Ermittlung der Zentraldistanzen und Vergleich mit dem Radius einer mit dem Krystall gleich schweren Kugel derselben Substanz exakt bestimmt wurden.

Bei den Mg-, Zn-, Ni-Salzen zeigten sich analoge Änderungen der Krystalltracht, und zwar neigen die Krystalle aus Lösungen mit Überschuß des Metallsulfates zu säulenförmiger Entwicklung nach (110), bei Überschuß des Alkalisulfates zu dicktafeliger Gestalt nach (001). Die Cu-Salze zeigen ein wesentlich anderes Verhalten. Die ausführliche Arbeit erscheint in Tschermaks Min. petr. Mitt.

---

[1]) A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques, pag. 149.

Digitized by Google

E. Sommerfeldt: Eine Verbesserung am Kondensor.

Die Verbesserung besteht darin, daß unter dem Kondensor in geeignetem Abstande eine in Glas geätzte Skala eingeschaltet wird, deren objektives Bild gleichzeitig mit einem vom Objektiv gelieferten Interferenzbild scharf gesehen werden kann. Hierdurch kann in vielen Fällen die Ausmessung linearer Distanzen im Interferenzbild erfolgen, ohne daß man zu Camera lucida und Zeichentisch zu greifen braucht.

R. Koechlin: Über den österreichischen Euklas. Ein Nachtrag.

Die letzte Arbeit über den österreichischen Euklas[1]) ist vor 19 Jahren erschienen; seitdem sind neues Material zugewachsen und neue Beobachtungen gemacht worden, worüber im folgenden berichtet werden soll.

Was zunächst die Fundorte anbelangt, so läßt sich bis jetzt keiner mit voller Sicherheit, oder besser gesagt, ganz eng umgrenzt, angeben. Von dem ersten Vorkommen, das von Professor Becke[2]) beschrieben worden ist, weiß man nur, daß es von einem Prägratner Händler stammt; aus den paragenetischen Verhältnissen wurde auf Rauris als Fundort geschlossen.

Dann finden sich folgende Angaben: „Gamsgrube, gegenüber dem Großglockner", „Kärnten-Tiroler Grenzkamm, Graden, Mölltal", endlich „Kamm zwischen Hochnarr und Modereck". Diese Angaben beziehen sich sämtlich auf Stücke, die von Otto in Wien stammen. Nach einer Mitteilung von Otto muß die Bezeichnung „Gamsgrube" entschieden gestrichen werden. Seine Angabe habe gelautet „Gamskarl", das eine Lokalität im unteren Teile des Gradentales sein soll. Es scheint, daß durch ein Mißverständnis die irrige Bezeichnung „Gamsgrube" in die Mitteilung Brezinas[3]) über den Euklas aus den Tauern aufgenommen worden ist, von wo sie dann in meine Arbeit usw. übergegangen ist. Übrigens beziehen sich die

---

[1]) Koechlin, Über ein neues Euklasvorkommen aus den österreichischen Tauern. Annalen Hofmuseum, 1886, I, 237.

[2]) Becke, Euklas aus den Alpen. Min.-petrogr. Mitteilungen, 1882, IV, 147.

[3]) Verhandlungen d. geolog. Reichsanstalt, 1884, 389.

Digitized by Google

Angaben „Gamskarl" und „Kärnten-Tiroler Grenzkamm, Graden" auf Stücke, die Otto von Händlern gekauft hat. Es ist deshalb auch diesen Angaben kein Gewicht beizulegen. Hingegen bezieht sich die Angabe „Kamm zwischen Hochnarr und Modereck" auf Stücke, die Otto selbst, allerdings nicht „in situ" gefunden hat. Es sind das insbesondere die von einem anderen in der Nähe des Krumlkeeskopfes hinterlegten Bergkrystalle mit Euklas, über die unten noch berichtet werden soll. Man kann wohl annehmen, daß diese Stücke nicht von allzuweit hergetragen worden seien.

Groth[1]) kam auf Grund von Untersuchungen und Erkundigungen an Ort und Stelle zu der Überzeugung, daß alle Euklasstufen von der Grieswies in der Rauris stammen. Bei den Unterschieden, welche einzelne Vorkommnisse gegenüber anderen zeigen, scheint es mir vielleicht zu weit gegangen, unbedingt alle auf eine Fundstelle beziehen zu wollen, doch wird man kaum fehlgehen, wenn man die Umgebung des Hochnarr als die Heimat unseres Euklases bezeichnet.

Die Krystalle aller Stücke zeigen ein gemeinsames Merkmal, das ist die starke Entwicklung der Flächen der Längsdomenzone; hingegen weisen sie im übrigen manche Verschiedenheiten auf, die im folgenden hervorgehoben werden sollen.

1. Die Krystalle des Stückes, das früher die Bezeichnung „Gamsgrube" führte, nunmehr aber die „Gamskarl" tragen möge, auf welche sich meine frühere Arbeit[2]) bezieht, zeigen einen flachsäuligen, schilfförmigen Habitus, sind nach der c-Achse gestreckt, bis über 1 *cm* lang und farblos. Die Prismenzone ist bis zur Rundung gestreift, der Schnitt senkrecht auf c linsenförmig. Die Kombination ist: (010) vielleicht nur als Spaltfläche, (100) zum Teil durch Vizinale ersetzt; (120).(230); (011).(021).(031); (111).(141).(151).($\bar{1}$11).($\bar{1}$31).($\bar{2}$11).($\bar{2}$21). Dazu kommt nach neueren Beobachtungen das Querdoma g ($\bar{1}$02). Der 2 *mm* große Krystall, an dem diese Form gemessen wurde, ist in der untenstehenden Figur möglichst naturgetreu abgebildet.[3]) Die Messung ergab folgende Werte:

---

[1]) Zeitschrift für Krystallographie, 1888, XIV, 412. Anmerkung.

[2]) l. c.

[3]) Der Krystall ist nicht in der gewöhnlichen Stellung abgebildet, sondern stark nach vorne geneigt, um sämtliche Kopfflächen erscheinen zu lassen.

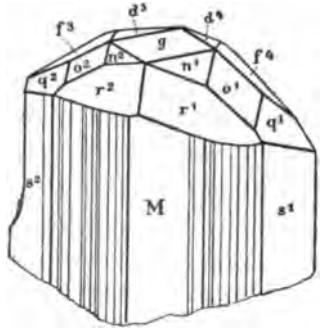
Digitized by Google

	gemessen	gerechnet		gemessen	gerechnet
(010):(120)	57°27′	57°30·1′	($\bar{1}11$):($\bar{1}\bar{1}1$)	28°50′	28°17·4′
(111):(1$\bar{1}$1)	24 2	13 46·4	($\bar{1}11$):($\bar{1}31$)	22 42	22 56·8
(011):(0$\bar{1}$1)	36 16	36 18·5	(011):($\bar{1}02$)	34 4	33 54·7
(021):(011)	15 16	15 6·2	($\bar{1}11$):($\bar{1}02$)	25 52	25 56·9
(031):(021)	11 9	11 16·3	(120):(011)	71 42	71 55·6
			($\bar{1}20$):($\bar{1}11$)	48 19	48 12·7

Die Paragenese ist dem Alter nach Periklin, dann Rutil, Quarz und Euklas, endlich Calcit; die Unterlage ist Glimmerschiefer.

Einige andere Stufen mit ähnlicher Paragenese, die teils die zweifelhafte Bezeichnung „Mölltal, Kärnten-Tiroler Grenzkamm, Graden", teils die Bezeichnung „Kamm zwischen Hochnarr und Modereck" führen,

Fig. 1.



zeigen je einen Euklaskrystall, 2 bis 3 *mm* groß und farblos. Diese Krystalle unterscheiden sich von dem Typus „Gamskarl" nur dadurch, daß sie nicht nach der c-Achse gestreckt sind, sondern nach Länge und Breite dieselben Dimensionen haben.

2. Verschieden von diesen ist ein anderes Vorkommen, das bisher noch nicht beschrieben worden ist. Die Unterlage bilden losgebrochene, bis 15 *cm* große Bergkrystalle; auf diesen sitzt der Euklas in 0·5 bis 2 *mm* großen farblosen, stark glänzenden Kryställchen. Ein 0·5 *mm* großer Krystall, der gemessen wurde, zeigte die Kombination: (010) nicht als Spaltfläche, (100).120); (011).(021); (111) groß entwickelt und ($\bar{1}11$). An aufgewachsenen Krystallen konnte ferner noch beobachtet werden (031), ($\bar{1}31$) und ($\bar{1}02$). Diese letzte

Digitized by Google

Fläche scheint bei diesem Vorkommen überall aufzutreten, wo der betreffende Krystallteil überhaupt entwickelt ist.

Die Kryställchen sitzen in sehr verschiedener Lage auf dem Quarz, ragen oft sehr wenig über diesen hervor und zeigen infolgedessen oft nur wenige Flächen. Die Prismenzone ist ebenfalls durch Streifung gerundet, aber im Gegensatze zum Typus „Gamskarl" stark verkürzt; die Kryställchen sind teils nach allen drei Dimensionen ziemlich gleich entwickelt, teils aber säulenförmig nach der a-Achse. Es sind dies die Stücke, die Otto beim Krumlkeeskopf hinterlegt gefunden hat.

3. Wesentlich abweichend von den bisher besprochenen Vorkommnissen scheint das von Becke[1]) beschriebene zu sein. Die Paragenese ist zwar ähnlich der unter 1. angegebenen, nämlich Periklin, Ankerit, Quarz und Helmint, die 0·5 bis 4 *mm* großen Euklaskryställchen sind aber blaß weingelb, verhältnismäßig flächenarm und zeigen nicht die starke Streifung der Prismenzone, die für die anderen Vorkommnisse charakteristisch ist. Die Kombination ist: (010).(120).(110).(20.1.0) statt (100).(021).(031) und (111). Das Prisma (110) konnte bei den anderen Vorkommnissen nicht beobachtet werden, während hingegen hier von den Pyramiden nur (111) und auch diese nur untergeordnet auftritt.

Seit 1886 oder 1887 dürften keine Euklasstufen mehr gefunden worden sein. Es scheint mir daher nicht überflüssig, insbesondere das Vorkommen auf Bergkrystall weiteren Kreisen bekannt zu machen und darauf hinzuweisen, daß das Suchen nach Euklas auch außerhalb des Gebietes der Grieswies nicht von vornherein als aussichtslos bezeichnet werden müsse.

Ausstellung.

H = Hofmuseum, U = Min. petr. Univ. Inst., Le = Sammlung Lechner, L = Sammlung A. v. Löehr, P = Sammlung Dr. Perlep, W = Sammlung Weinberger.

Phenakit.

Oberneusattel bei Pisek. Farblose säulenförmige Krystalle in einem mit Albit ausgekleideten Hohlraum im Pegmatit (H).

Framont. Weingelbe Zwillinge, durchsichtig auf Limonit (H). — Florissant, ein schöner Zwilling und ein einfacher Krystall (W).

---

[1]) l. c.

Digitized by Google

Kragerö. Langsäulenförmiger, loser Krystall a m p p′ nach Dana (H). — Ein ähnlicher eingewachsen in Quarz (Le).

Bamle. Ein schöner, großer, eingewachsener Krystall in blättrigem Albit und Quarz (W).

Takowaja. Großer, farbloser Krystall R a (H); ein ähnlicher, durchsichtig, gelblichweiß, Flächen am Kopf undeutlich (Le). — Ilmengebirge Miask. Kleine farblose Krystalle auf Amazonit drusig gehäuft (H).

Mt. Antero. Schöne Krystalle, die von Penfield beschriebene Kombination a x s R zeigend; auf Bergkrystall (H). Krystalle mit vorherrschendem R mit Bergkrystall und Muscovit, sowie eine kleine Gruppe schöner Krystalle (Le).

El Paso Co, Colorado. Kleine, farblose, flache, flächenreiche Krystalle auf Amazonit (H). — Crystall Peak, Colorado. Linsenförmige, wasserhelle, stark korrodierte Krystalle auf Quarz (Le).

Eine schöne Kollektion roher Steine und durch schönes Feuer ausgezeichnete geschliffene Steine (L).

Euklas.

Über die vom Hofmuseum ausgestellten Stücke aus den österreichischen Alpen gibt die Notiz von Dr. Koechlin Auskunft. Das Min.-petr. Institut hatte die Originalstufe ausgestellt, auf der Tschermak den Euklas entdeckte, den Becke dann beschrieben hat.

Von anderen Fundorten waren nur die brasilianischen vertreten, und zwar:

Brasilien, Capao. Die Originale zu Schabus Beschreibungen (Wiener Sitzungsber., 1852, 8, 507; Pogg. Ann., 1853, 88, 608; Wiener Denkschriften, 1854 6, 57); sechs, zum Teil prachtvolle Krystalle, teils farblos, teils von schöner blaßblauer oder grüner Farbe (H). Aus der Kollektion Weinberger lagen 6 schöne, zum Teil prachtvolle blaßgrüne und blaugrüne Krystalle vor; besonders bemerkenswert ein beiderseits ausgebildeter mit vorwaltendem s (120) in der Prismenzone. Das eine klare Ende ist flächenreich mit vorwaltender Pyramide f. Das andere trübe Ende zeigt f zurücktretend und die Zone u r vorherrschend entwickelt. Zwei schöne Krystalle aus der Sammlung Dr. Perlep stammen von Ouro Preto: einer bläulich wasserklar, der zweite schön grün mit spitzer Endigung. Die Flächen f durch schöne Oberflächenzeichnung geziert.

Schöne geschliffene Exemplare, die zwar die zarten Farben zur Geltung bringen, aber an Glanz zurücktreten.

Bertrandit.

Von dem bekannten Vorkommen von Pisek und Oberneusattel bei Pisek lagen zahlreiche Stufen vor, welche häufig das Ursprungsmineral in den sechsseitig prismatischen Hohlformen erkennen lassen, in denen die etwas perlmutterglänzenden Täfelchen von Bertrandit, begleitet von fettglänzendem grünlichgelben Muscovit, sich ansiedeln, blaugrüner Apatit ist ein häufiger Begleiter. Die Täfelchen von dem Fundort Pisek sind meist rechteckig, die von Oberneusattel bisweilen rhombisch gestaltet (H, P, Le).

Von den französischen Vorkommen war vertreten: La Mercerie, La Chapelle sur Erdre bei Nantes, dünne, rhombisch gestaltete Tafeln auf Quarz und Albit

Digitized by Google

in einem aplitischen Gestein (H). Barbin, sehr kleine rektanguläre Tafeln auf einer Quarzdruse (W).

Von amerikanischen Fundorten lag vor: Stoneham, Maine, unvollkommene kleine Krystalle mit Herderit auf grünlichen Muskovitrosetten (H); geriefte rektanguläre Tafeln (Le). Albany, Maine, etwas grünlichweiße durchsichtige Tafeln mit Albit auf Quarz (W). Mt. Antero, sehr kleine rektanguläre Tafeln auf Quarz (W).

Besuch der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Am 15. Mai besichtigten die Mitglieder der Wiener Mineralogischen Gesellschaft die Sammlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Sie wurden in Vertretung des von Wien abwesenden Direktors Hofrat Tietze von dem Vizedirektor Oberbergrat Vacek und den übrigen in Wien weilenden Mitgliedern der Anstalt begrüßt und durch die Sammlungssäle geleitet. Die Besichtigung der namentlich an älteren Vorkommnissen ungemein reichen Sammlung gab zu manchen Diskussionen Anlaß. In den Schlußworten, mit denen der Präses der Wiener Mineralogischen Gesellschaft, Prof. Becke, den Dank für die freundliche Führung aussprach, wies er auf die vielfachen Anregungen hin, die der Besuch der geologischen Reichsanstalt den Mitgliedern der Wiener Mineralogischen Gesellschaft geboten habe.

Zur Kenntnis des Schlaggenwalder Mineralvorkommens.

Durch Herrn Hauptmann W. Steinbach in Schlaggenwald erhielt die Wiener Mineralogische Gesellschaft eine Suite dortiger Mineralvorkommen zugesandt, mit deren näherer Untersuchung ich durch Herrn Professor Becke betraut wurde. Es ergaben sich bei genauerer Prüfung einige für den Fundort neue Mineralgattungen, ferner die Richtigstellung einer Angabe von Hoffmann[1]), betreffend das Vorkommen von Tremolit.

Die vorliegenden Stufen lassen sich in zwei Kategorien bringen:

1. Minerale der Zinnerzlagerstätte oder des benachbarten Granits.
2. Kontaktminerale.

Nach den freundlichen Mitteilungen von Herrn W. Steinbach, der sich um die mineralogische Erforschung seiner Heimat bereits mehrfaches Verdienst erworben hat, stammen die letzteren Vorkommen vom Hub und aus dem Reinbachtal bei Schlaggenwald.

Minerale der Zinnerzlagerstätte.

Eisenglanz. Etwa 2 *mm* große dünntafelige Kryställchen dieses Minerals sind auf Quarzkrystallen aufgewachsen. Das Vorkommen des Eisenglanzes wurde von Schlaggenwald bisher nicht angegeben.

---

[1]) J. Hoffmann, Historisch-mineralogische Skizze von Schlaggenwald. Elbogen 1903. — Die hier enthaltenen Mitteilungen sind nicht immer so zuverlässig, als es wünschenswert wäre, wie schon aus den mehrfachen Richtigstellungen Hoffmannscher Angaben durch F. Slavik (Zeitschr. f. Kr., XXXIX, pag. 294 ff.) hervorgeht.

Digitized by Google

Oligonspat. Schwarzbraune Rhomboederchen eines Karbonats, die bereits in starkem Grade durch Oxydation umgewandelt sind, ergaben bei der qualitativen Prüfung einen hohen Gehalt von Mn neben Fe. Bei der Behandlung der Substanz mit HCl findet Cl-Entwicklung statt. Die Sodaperle wird von einer Spur des Minerals dunkelgrün gefärbt, die Boraxperle erhält eine flaschengrüne Färbung. Die Färbung der mittelst Ammoniak und gelben Blutlaugensalzes in der salzsauren Lösung erhaltenen Präzipitate verrät den beträchtlichen Gehalt an Mn. Reste des ursprünglichen Minerals, die sich auf der sonst nur etwas Kupferkies aufweisenden Stufe befanden, zeigen eine isabellgelbe Färbung. Das Verhalten der Substanz deutet auf eine isomorphe Mischung von $MnCO_3$ und $FeCO_3$, also auf einen sogenannten Oligonspat [1]), wie ein solcher z. B. auf der Zinnerzlagerstätte von Ehrenfriedrichsdorf angetroffen wurde. (Fundort: Hub bei Schlaggenwald.)

Baryt. Auf einer Stufe von grünlichen Quarzkrystallen sind zwei etwa 3 *mm* große, rektanguläre, nach der Fläche P tafelige Individuen von Baryt, dessen Vorkommen für die Zinnerzlagerstätte neu ist, aufgewachsen (Hub).

Perimorphose von Fluorit nach einem Karbonat. Kleine Hexaeder von violblauem Fluorit überziehen ein zirka 5 *mm* großes auf Quarz aufgewachsenes Rhomboeder. Welchem der in Schlaggenwald vorkommenden Karbonate (Calcit fällt nicht in Betracht) der Krystall angehört, konnte mit Sicherheit nicht ermittelt werden (Hub).

Biotit. Das recht bemerkenswerte Vorkommen entstammt zufolge einer brieflichen Mitteilung von Herrn Steinbach einer Feldspatgrube vom Mukenberg nordnordöstlich von Lauterbach.

Auf der Stufe zeigen sich bis 5 *mm* lange faßförmige Säulchen von hexagonalem Umriß, begleitet von Quarzkrystallen. Nach der Mitteilung von Herrn W. Steinbach treten auch Uranglimmer und Apatit als Begleitminerale auf. Die ganze Art des Vorkommens macht den Eindruck, als ob die Minerale einem pegmatitischen Drusenraum entstammten.

Die braunroten Glimmersäulchen sind umsäumt von einer dem freien Auge goldgelb erscheinenden etwa 1 *mm* breiten Randzone, die sich wulstartig erhebt. Abgespaltene Blättchen lassen u. d. M. einen ausgeprägten zonaren Aufbau des Minerals erkennen. Im Innern zeigen sich die Blättchen im durchfallenden Licht dunkelbraun, nun folgt scharf abgesetzt eine lichtbraune und auf diese eine farblose Zone. Im konvergenten Licht erweist sich der Winkel der optischen Achsen im Innern der Blättchen nahezu gleich Null, er wächst in der lichtbraunen Zone und in dem farblosen Saume erhält man ein dem des Muskovit ähnliches Achsenbild. Am äußersten Rande des Saumes wird der Achsenwinkel wiederum kleiner. Die Abwesenheit von Li in dem Minerale wurde vor dem Lötrohre dargetan.

Die äußere Zone befindet sich augenscheinlich bereits in umgewandeltem Zustande; die Umwandlung scheint jedoch, wie sich aus der gegenseitigen scharfen Abgrenzung der einzelnen Zonen erschließen läßt, durch einen ursprünglichen (isomorphen) Schichtenbau der Glimmersäulchen bedingt zu sein. Die äußeren Schichten

---

[1]) Von rhomboedrischen Karbonaten wird von Schlaggenwald Calcit, Siderit und Breunnerit (Hoffmann, l. c.) angegeben.

Digitized by Google

leisteten eben der Umwandlung einen geringeren Widerstand als das Innere der Krystalle.

Kontaktminerale.

Pseudomorphose von Granat nach Vesuvian (Reinbachtal). Eine große plattenförmige Stufe, die in ihrem gegenwärtigen Zustande ihrer Hauptmasse nach aus zimmtrotem körnigen Kalktongranat besteht, zeigt auf ihrer Oberfläche eigentümliche Erosionsformen großer Krystalle, die nach der vorgenommenen Messung ursprünglich dem Vesuvian angehört haben und von denen zwei eine nähere Deutung gestatten. Der eine der beiden Krystalle besitzt quadratischen Umriß, erscheint also mit vertikal stehender C-Achse aufgewachsen. Man erkennt außer der Fläche a = (100) die Abstumpfungen durch die Pyramidenflächen p = (111). Zwischen je zwei gegenüberliegenden Prismenflächen zeigen sich auf der Oberfläche des Krystalls tiefe Furchen, die die Bezirke der ursprünglichen Anwachspyramiden von (111) voneinander abgrenzen. Diese Furchen bilden zusammen ein Kreuz, dessen Arme zu den Prismenkanten normal stehen.

Der zweite Krystall zeigt eine sechsseitige Form und stellt einen Durchschnitt ungefähr parallel einer Prismenfläche dar. Auch hier sind die Anwachspyramiden der einzelnen Flächen durch Erosionsfurchen voneinander abgegrenzt, die sich gegen das Zentrum des Krystalles senken. Diese Furchen bilden untereinander die Gestalt eines sechsstrahligen Sternes.

Der Winkel zwischen den p-Flächen wurde mittelst des Anlegegoniometers und unter Zuhilfenahme von auf den rauhen Flächen aufgeklebten Papierstreifen mit 74° gemessen. Dieser Winkelwert entspricht der Neigung der (111)-Fläche beim Vesuvian.

Die Erosionsformen besitzen wie die aus dem gleichen Materiale zusammengesetzte ganze Stufe eine gekörnelt-striemige Oberflächenbeschaffenheit und eine gelbbraune Färbung, die durch Ausscheidung von Eisenhydroxyd verursacht wird. Auf einer Bruchfläche zeigt die Stufe ein Aggregat von körnigem zimmtrot gefärbtem Hessonit, das von einzelnen gelbgrünen Pyroxenkörnern durchsetzt wird.

U. d. M. zeigt sich ein Dünnschliff der Substanz aus optisch isotropen Körnern von Granat bestehend, die mit ziemlich viel diopsidischem Pyroxen, der selbst wiederum kleine Einschlüsse von Granat enthält, gemengt sind. Das Aggregat von Granatkörnern zeigt an manchen Stellen anomale Doppelbrechung, zumeist dort, wo die Körner einander begrenzen oder wo Einschlüsse von Pyroxen vorhanden sind. Einzelne Körnchen zeigen auch Spuren von einer Felderteilung.

In geringer Menge treten kleine unvollkommen begrenzte Individuen von Quarz und Titanit auf.

Das letztere Mineral bildet linsenförmige Körner, die durch ihr starkes Relief auffallen und einen ziemlich lebhaften Pleochroismus, der ins Bräunlichviolette spielt, aufweisen.

Auf der Unterseite der Stufe zeigt sich eine etwa zentimetergroße Partie von noch unverändertem dunkelbraunem Vesuvian.

Das Vorkommen einer ähnlichen Pseudomorphose ist, soweit mir bekannt, bisher nicht beschrieben worden. Das Auftreten des Granats neben Klinochlor und Diopsid als Umwandlungsprodukt von Vesuvian von Slatoust wird von Tschermak

Digitized by Google

angegeben. Wernerit und Granat pseudomorph nach Vesuvian führt Sillem von Eg bei Christianssund in Norwegen an.[1])

Prehnit. Eine Stufe von bräunlichgelbem Kalktongranat[2]) zeigt auf einer Kluft grünlichweiße, fächerförmig angeordnete undeutliche Kryställchen eines Minerals, dessen Prüfung auf qualitativem Wege und vor dem Lötrohre die Identität mit Prehnit ergab. Die gelbbraunen 3 *mm* großen Rhombendodekaeder des Granats erscheinen selbst in einer weißen blättrigen Substanz eingebettet, die sich im Dünnschliff gleichfalls als aus Prehnit bestehend erweist. Dieser ist im parallelen polarisierten Licht gekennzeichnet durch die infolge der starken Doppelbrechung recht hohen Interferenzfarben und die bekannten optischen Anomalien, die sich besonders an der verschiedenen Auslöschung einzelner Partien an einem und demselben Individuum äußert. Im konvergenten Licht erhält man ein zweiachsiges Achsenbild mit mehreren Ringen. Der optische Charakter ist positiv.

Die im Prehnit eingelagerten Granaten besitzen optisch isotrope Kerne und schmale, anomale Hüllen von schwacher Doppelbrechung, die nach der sogenannten Rhombendodekaederstruktur aufgebaut erscheinen.

Außer Prehnit und Granat bemerkt man u. d. M. noch ziemlich viele kleine gerundete Krystalloide von diopsidischem Pyroxen, ferner Quarz als Ausfüllungsmasse zwischen den übrigen Gemengteilen und einzelne Körnchen von pleochroitischem Titanit (Reinbachtal).

Wollastonit. J. Hoffmann führt ein Vorkommen von „Tremolit" aus dem Quarz der Schützenhauspinge auf. Eine Stufe des vermeintlichen Tremolits (Fundort Hub) stellte sich bei näherer Untersuchung als Wollastonit heraus.

Das betreffende Stück zeigt das Mineral in seidenglänzenden, strahlig-faserigen Partien von reinweißer Farbe, die mit grauem körnigem Quarz und graugrünem Pyroxen verwachsen sind.

Eine qualitative chemische Untersuchung des faserigen Minerals ergab die Bestandteile des Wollastonits. Bei Behandlung der pulverisierten Substanz mit HCl tritt Gelatination ein. Die Prüfung auf chemischem Wege, die zur Bestimmung des Minerals geführt hatte, fand ihre Bestätigung durch das Verhalten im Dünnschliff.

Die Fasern erscheinen hier als breite, nach der Achse der Symmetrie gestreckte Stengel, die keine terminale Begrenzung erkennen lassen; sie werden von groben Sp altrissen durchsetzt. Zwillingsbildung wurde nicht bemerkt. Die Krystalloide enthielten || der b-Achse angeordnete, sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse von der Umgrenzung negativer Krystalle. Die Orientierung der Schwingungsrichtungen in den Durchschnitten ist eine wechselnde: bald verläuft α', bald γ' || der Längsrichtung der Stengel.

Im konvergenten Licht erweist sich das Mineral bei einem ziemlich kleinen Winkel der optischen Achsen als negativ. Die geneigte Dispersion ist deutlich erkennbar, der Charakter derselben ist $\rho > \upsilon$. Die Achsenebene verläuft normal zu

[1]) Nach Roth, Chem. Geologie, I, pag. 386.

[2]) Das Vorkommen des Kalktongranats hat Slavik (o. c.) krystallographisch untersucht. Slavik glaubt, die Granaten stammten aus einem Pegmatitgange. Nach den mir vorliegenden Stufen ist es wohl zweifellos, daß das Mineral gleich seinen Begleitern Pyroxen, Prehnit, Vesuvian eine Kontaktbildung darstellt.

Digitized by Google

den Spaltrissen. Stellenweise geht der Wollastonit in ein trübes, undurchsichtiges Zersetzungsprodukt über, das eine nähere Untersuchung nicht gestattet.

Der begleitende Pyroxen, der auch große Einschlüsse im Wollastonit bildet, läßt keine eigene Form erkennen und erweist sich durch sein optisches Verhalten als zum Diopsid gehörig.

Die Quarzkörner zeigen undulöse Auslöschung und sind mit Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen (teilweise mit Libellen) erfüllt.

Ein weiterer Begleiter ist Titanit in sehr kleinen linsenförmigen Körnern, die durch einen ziemlich starken Pleochroismus in braunvioletten Farbentönen ausgezeichnet sind. Die Titanitkörner, die makroskopisch als dunkelbraune Pünktchen erscheinen, sind nur in sehr geringer Menge vorhanden. F. Cornu.

Exkursion nach Göttweig.

Am 21. Mai 1905 unternahmen die Mitglieder der Wiener Mineralogischen Gesellschaft eine Exkursion nach dem Stift Göttweig. In Abwesenheit des Abtes vom P. Prior empfangen, besichtigten sie zuerst unter seiner und des P. Bibliothekars freundlichen Führung die kleine, aber manche wertvolle Exemplare enthaltende naturwissenschaftliche Sammlung, dann die prachtvolle Bibliothek, die Kirche mit ihrer interessanten Krypta und die zur Beherbergung hoher Gäste eingerichteten sogenannten Kaiserzimmer, endlich vom Balkon des Stiftes die liebliche Aussicht auf das blühende Donautal und die Höhen des niederösterreichischen Waldviertels.

Nachmittag wurde die Exkursion in der Richtung gegen Oberbergern fortgesetzt und bei dem Weiler Steinaweg im Steinbruch an der Straße prachtvolle, wenn auch kleine Exemplare von tief kornblumenblauem Disthen in Granulit gesammelt.

Die Fortsetzung des Weges zu den früher abgebauten Tongruben talaufwärts gegen Oberbergern ließ das geförderte Material als jungtertiäres Sediment erkennen.

Digitized by Google

XX. Notiz.

Zur Dispersionsbestimmung.

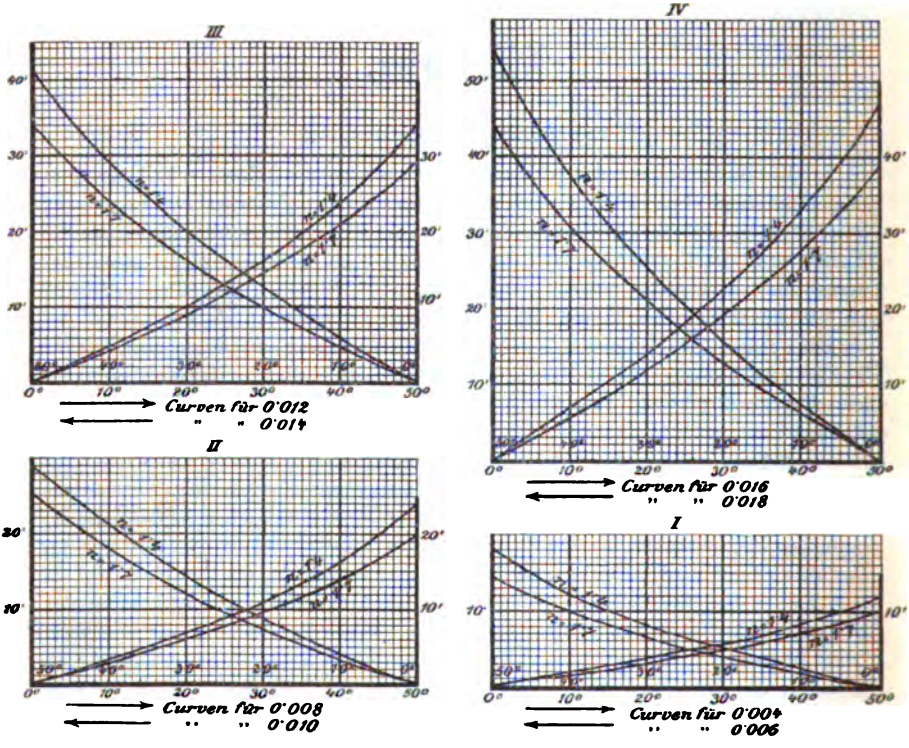
Die Beobachtung und Bestimmung der Dispersion von Achsen, soweit sie unter dem Mikroskop, etwa mit Hilfe des Mikrometerokulares, gemessen und ausgewertet werden kann, ist nur dann einwandfrei, wenn die zur Bestimmung verwendete Achse genau im Bildmittelpunkt liegt. Gerade diesen Schnitten weicht man aber gerne aus, solange es möglich ist, Achse und Mittellinie in einem Schnitt zu beobachten und den Achsenwinkel gleichzeitig auszuwerten. In diesem Fall beobachtet man häufig Dispersionen, deren Winkelwert aber mit einem prinzipiellen Fehler behaftet ist. In Prof. Beckes Institut wurde schon seit längerem damit gerechnet und folgende Darstellung bezweckt bloß eine leichtere Reduktion des Fehlers.

Nehmen wir an, eine nicht dispergierte Achse trete unter einem Winkel zur Bildmitte aus. Nachdem die roten und blauen Strahlen sicherlich verschiedene Brechungsexponenten haben, ist es selbstverständlich, daß die im Krystall gleichlaufenden Farbenstrahlen bei dem Übergang in Luft verschieden gebrochen werden. Der rote Strahl wird normalerweise weniger stark abgelenkt als der blaue und es tritt eine Achsendispersion ein in dem Sinne, daß eine scheinbare rote Achse der Bildmitte näher, eine blaue ferner liegt, also $\rho < \upsilon$ von der Bildmitte aus gerechnet. Diese Dispersion („falsche" Dispersion nach Becke) ist natürlich um so ausgiebiger, je weiter die Achse vom Mittelpunkt des Bildes abliegt. Nachdem man nun häufig die Achsenwinkel für rotes und blaues Licht in der üblichen Art unter dem Mikroskop ausmißt, muß dieser Umstand einen Fehler einführen. So kann dies eine wirkliche Dispersion $\rho < \upsilon$ (gegen die Bildmitte, wie es auch im folgenden immer zu verstehen ist) nur vergrößern, eine Dispersion $\rho > \upsilon$ dagegen in dem Sinne fälschen, daß die gefundenen Werte zu klein ausfallen, oder bei an und für sich kleiner Dispersion völlig verschwinden. So sieht man häufig eine im Bildmittelpunkt nicht dispergierte Achse, wenn sie (krystallographisch gut erkennbar!) am Rande auftritt, deutlich farbensäumig. Diese Dispersion hängt von dem Unterschied der Brechungsexponenten ($[n_{bl} - n_r]$ = Exponentendispersion) und von der Höhe des Brechungsexponenten selbst ab. Die gleiche Exponentendispersion ist um so weniger ausgiebig, je höher der Brechungsindex selbst ist.

Digitized by Google

Dabei wurde vorausgesetzt, daß das gewöhnlich verwendete rote und blaue Licht (Gläser oder Flüssigkeiten) Wellenlängen zwischen B und C einerseits und E und F andrerseits von den Fraunhoferschen Linien zeigt. Diesbezügliche Angaben sind derzeit schon bei fast allen petrographisch wichtigen Mineralien vorhanden. Diese Exponentendispersion (rot-blau) schwankt zwischen 0·004 und 0·018, eventuell 0·02, wobei die mittleren Werte am häufigsten sind. Von den Brechungsexponenten selbst wurden als Grenzen 1·4 und 1·7 angenommen. Beifolgende Tabellen sind folgendermaßen zu verstehen.

Fig. 1.



Es ist vorausgesetzt, daß eine nicht dispergierte Achse vorliegt und soll dargetan werden, welche „falschen Dispersionen" dann auftreten können, um durch Subtraktion eventuell Addition dieser Werte mit dem gemessenen die Dispersion auf ihre richtige Größe zu reduzieren. Ist ∠ i der Winkel in Luft und ∠ r der im Krystall, dann ist $\frac{\sin i}{\sin r} = n$. Im Mikroskop läßt sich nun der scheinbare Winkel i messen. Ist n bekannt — und hier genügt 1 Dezimalstelle —, dann läßt sich der wahre Winkel r berechnen. In dieser selben Richtung (nicht dispergiert) geht aber

Digitized by Google

auch das blaue Licht. Nachdem aber der Brechungsexponent größer ist, so ergibt sich ein größerer $\measuredangle i'$ und $\measuredangle i' - \measuredangle i$ ist die Größe der falschen Dispersion ($\rho < \upsilon$).

Ein Beispiel: Die meisten Pyroxene haben ein $n = 1{\cdot}7$ und eine Exponentendispersion $n_{bl} - n_r = 0{\cdot}016$. Man sieht eine schief austretende, in Wirklichkeit nicht dispergierte Achse, welche bei der Messung einen scheinbaren Abstand von 30° zeigt. Es ist dies der Abstand der scheinbaren roten Achse vom Mittelpunkt. Aus dem mit 1·7 dazu gerechneten wahren Winkel läßt sich mit $n_{bl} = 1{\cdot}716$ $[= n + (n_{bl} - n_r)]$ der $\measuredangle i'$ zu 30° 19′ berechnen und es ergibt sich daraus eine falsche Dispersion von 19′, nahezu $^1/_3{}^\circ$. Eine solche Dispersion ist schon nachweisbar und deren Bestimmung würde ein Fehler sein, wird nicht auf die Fälschung der Dispersion durch Schieflage der Achse eingegangen.

Auf diesem Wege (Voraussetzung einer nicht dispergierten Achse) wurde für verschiedene Exponentendispersionen und verschiedene Brechungsquotienten die Fehlergröße bestimmt. Auf der Abszissenachse sind jeweils die scheinbaren Distanzen von der Bildmitte aufgetragen, bezogen auf die rote scheinbare Achse. Die Ordinatenachse gibt in Winkelminuten die Dispersionsfehler an ($\rho < \upsilon$). Um Raum zu sparen, sind in einem Bild immer 2 Exponentendispersionen verzeichnet, welche nach Angabe der Pfeile zu lesen sind. Gerechnet wurden die Fehler für die beiden Grenzwerte $n_r = 1{\cdot}4$ und $n_r = 1{\cdot}7$ bei jeweils gleicher Exponentendispersion. Die Mittelwerte lassen sich mit geringer Mühe interpolieren. In I und II erkennt man, daß die Fehler innerhalb der Grenzen der bei der Achsenwinkelmessung auftretenden Fehler liegen, anders dagegen bei den Exponentendispersionen 0·012—0·018.

Der Gebrauch ist folgender: Man bestimmt in dem Mikroskop bei Austritt einer Achse, geneigt zur Mikroskopachse, die scheinbare Winkeldistanz gegenüber der Bildmitte. Mit dieser und der Kenntnis des Brechungsexponenten und der Exponentendispersion (Zahlen, die in größeren Nachschlagewerken zu finden sind) sucht man sich zunächst jene Tabelle, welche der verlangten Exponentendispersion am ehesten entspricht, z. B. bei dem Pyroxen IV, Kurve für 0·016 und findet in der durch die n-Kurve abgeschnittenen Ordinate über der Abszisse = scheinbarem Winkel den Fehlerwert im Sinn einer Dispersion $\rho < \upsilon$. Ist der Charakter der bestimmten und gemessenen Dispersion selbst $\rho < \upsilon$ (gegen die Bildmitte), dann ist der Fehler abzuziehen, bei $\rho > \upsilon$ zuzurechnen. Diese Korrektur wird um so notwendiger, je mehr die Achse von der Bildmitte entfernt ist. Die Bestimmung des scheinbaren Achsenabstandes ist dabei immer auf die rote Achse bezogen gedacht.

Hat man eine zentrisch austretende, nicht dispergierte Achse gefunden und sieht in einem anderen Schnitt diese gleiche, krystallographisch fixierte Achse geneigt und dispergiert austreten, so kann die Bestimmung dieser fehlerhaften Dispersion im Verein mit Winkelabstand und n zu einer angenäherten Bestimmung der Exponentendispersion ($n_{bl} - n_r$) führen, eine Größe, deren Kenntnis oft von Vorteil sein kann.

H. Tertsch.

Digitized by Google

XXI. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Barvíř H.: Weitere Bemerkungen über die Verhältnisse zwischen dem Atomgewicht und der Dichte bei einigen Elementen. — Sitzungsber. d. königl. böhm. Ges. der Wiss. in Prag. Prag 1904.

Klein C.: Über Theodolithgoniometer. — Sitzungsber. der königl. preuß. Akad. der Wiss., 1905, II.

Rinne F.: Physikalisch-chemische Bemerkungen über technisches und meteorisches Eisen. — Neues Jahrb. f. Min. etc., 1905, I, pag. 122—158. Stuttgart 1905.

Sjögren Hj.: Om framställning af radium ur kolm från Västergötland och Nerike och om destillationsprodukterna af bituminös alunskiffer. — Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi, Bd. 2, Nr. 5 (1904).

Derselbe: Om A. E. Nordenskiölds undersökningar af radioaktivisteten hos vissa svenska och norska mineral. — Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi, Bd. 2, Nr. 4 (1904).

Mineralogie.

D'Achiardi G.: I minerali dei marmi di Carrara. I. Calcite-Dolomite-Malachite-Azurite. — Atti della Società Toscana di Scienze naturali, Memorie, Vol. XXI. Pisa 1905.

Derselbe: Zeolite probabilmente nuova dell'Isola d'Elba (nota preventiva). — Processi verbali della Società Toscana di Scienze naturali. Pisa 1905.

Baumhauer H.: Die Mineralien des Binnentals. — Bulletin de „la Murithienne", société valaisanne des sciences naturelles, 1905.

Duparc L. et Mrazec L.: Origine de l'épidote. — Archives des Scienc. physiq. et nat. Quatrième période, T. XI. Juin 1901. Genève 1901.

Hussak E.: Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien. — Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss., math.-nat. Kl., CXIII, Abt. I. Juli 1904. Wien 1904.

Katzer F.: Über einen Monazitsand aus Bahia. — Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., Nr. 18. Wien 1905.

Manasse E.: Cenni sul macigno di Calafuria e suoi minerali. — Atti della Soc. Tosc. di Scienze naturali, Memorie, XXI. Pisa 1905.

Novarese V.: La grafite nelle alpi Piemontese. — Accad. R. delle Sc. di Torino (1904—1905). Torino 1905.

Digitized by Google

Preiswerk H.: Anhydritkrystalle aus dem Simplontunnel. — Neues Jahrb. f. Min. etc., 1905, I, pag. 33—43. Stuttgart 1905.

Derselbe: Diopsid aus dem Eozoon-Kalk von Côte St. Pierre (Kanada). — Zeitschr. f. Kryst., 1905, Bd. 40, pag. 498—500.

Prior G. T.: On Teallite, a new sulphostannite of lead from Bolivia; and its relations to Franckeite and Cylindrite. — Min. Mag., Oct. 1904. Vol. XIV, Nr. 63, pag. 21—27.

Sjögren Hj.: Om kristalliserad Pyrochroit från Långbans grufvor. — Geol. Fören Förhandl., Nr. 232, Bd. 27, H. 1, pag. 37—41.

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

D'Achiardi G.: Cenni su di una anfibolite orneblendica nel granito di S. Piero in Campo (Elba). — Processi verbali della Società Toscana di Scienze naturali. Pisa 1904.

Arbeiten der mit dem Studium der Petroleumregionen betrauten Kommission. (Publikation des königl. rumänischen Ministeriums für öffentl. Arbeiten.) Bukarest 1904.

Becker G. F.: Experiments on schistosity and slaty cleavage. — Department of the interior United States Geological Survey, Bulletin, Nr. 241. Washington 1904.

Belowsky M.: Beiträge zur Petrographie des westlichen Nord-Grönlands. — Zeitschr. der deutsch. geol. Ges., 58. Jahrg., 1905.

Bergt W.: Die Phyllitformation am Südostflügel des sächsischen Granulitgebirges ist nicht azoisch. — Zentralbl. f. Min. etc., 1905, Nr. 4, pag. 109—114. Stuttgart 1905.

Derselbe: Das Gabbromassiv im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge. — Sitzungsber. der königl. preuß. Akad. der Wiss., 1905, XVIII.

Rinne F.: Art und Ziel des Unterrichtes in Mineralogie und Geologie an den technischen Hochschulen. — Nr. 36 u. 38 (Jahrg. 1905) der Deutschen Bauzeitung.

Schmidt C.: Notiz über das geologische Profil durch die Ölfelder bei Boryslaw in Galizien. — Verh. der naturf. Ges. in Basel. Bd. XV, H. 3, pag. 415—424.

Derselbe: Über die Geologie von Nordwestborneo und eine daselbst entstandene neue Insel. — Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. VII, H. 1, pag. 121—136. Leipzig 1904.

Derselbe: Über die Geologie des Tunnelgebietes Solothurn—Gänsbrunnen. — Mitt. der naturf. Ges. in Solothurn. II. Heft. (XIV. Ber.) 1902—1904. Solothurn 1904.

Schmidt C. und Preiswerk H.: Die Erzlagerstätten von Cala, Castillo de las Guardas und Aznalcollar in der Sierra Morena (Prov. Huelva und Sevilla). — Zeitschr. f. prakt. Geol. XII. Jahrg., 1904, H. 7.

Slavik F.: Über die Alaun- und Pyritschiefer Westböhmens. Bull. intern. de l'Acad. des scienc. de Bohême. 1904.

Spezia G.: Il dinamometamorfismo e la minerogenesi. — Acc. R. delle Scienze di Torino. Torino 1905.

Derselbe: Contribuzioni di Geologia chimica. — La pressione e chimicamente inattività nella solubilità e ricostitusione del quarzo. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino XL. Torino 1905.

Digitized by Google

Stella A.: Il problema geo-tettonico dell'Orsola e del Sempione. — Boll. del R. Com. Geol. d'It., 1905, Nr. 1. Roma 1905.

Stirling J.: Monograph on the Geology and Mining features of Silver Valley. Herberton, North Queensland, Australia. Part. 1, with geological maps and illustrations.

Suess F.E.: Das Grundgebirge im Kartenblatte St. Pölten. — Jahrb. d. k. k. geol, Reichsanst., 1904, Bd. LIV, Heft 3 und 4, pag. 389—416. Wien 1904.

Sustschinsky P.: Notiz über die Insel Pargas (in Finnland). — Trav. de la soc. Imp. des Naturalistes de St. Pétersbourg, vol. XXXIII, livr. 5., Sect. de Géol. et Min., pag. 104—118. St. Petersburg 1905.

Trener G.B.: Über die Gliederung der Quarzporphyrtafel im Lagoraigebirge. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1904, pag. 17 u. 18.

Weaves C. E.: Contribution of the palaeontology of the Martinez Group University of California publications. — Bulletin of the Department of Geology, Vol. IV, Nr. 5, pag. 101—123. Berkeley.

Weinschenk E.: Grundzüge der Gesteinskunde. II. Teil. Spezielle Gesteinskunde mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Freiburg 1905.

Wohnig K.: Trachytische und andesitische Ergußgesteine vom Tepler Hochland. — Archiv für naturw. Landesdurchforschung von Böhmen (Bd. XIII, Nr. 1). Prag 1904.

Zanolli V.: Studio petrografico di una roccia d'aspetto basaltico di Monteviale (Vicenza). Todi 1905.

Diener C.: Zur Erinnerung an Prof. Eduard Richter. — Separatabdruck aus Nr. 681 vom 2. März 1905 der Österr. Alpenzeitung.

Fletcher L.: Henry Palin Gurney. — Mineralogical Magazine, Oktober 1904, Vol. XIV, Nr. 63, pag. 61—64.

Wagner P: Alphons Stübel. — Sitzungsber. der naturw. Ges. Isis in Dresden 1904, pag. 5—14.

Derselbe: Alphons Stübel und seine Bedeutung für die geographischen Forschungsmethoden. — Geogr. Zeitschr., Bd. II, H. 3, pag. 129—134.

Schmidt C.: Dr. phil. Max Käch. — Verh. der Schweiz. naturf. Ges. Winterthur 1904.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.

Digitized by Google

XXII. Der Granit von Kössein im Fichtelgebirge und seine Einschlüsse.

Von **Wladimir Luczizky.**

(Hierzu Taf. V.)

Die Granite vom Fichtelgebirge wurden schon von Gümbel[1]), Rüdemann[2]), Boettiger[3]), Machert[4]) beschrieben, die Einschlüsse aber wurden dabei bis jetzt noch nicht berücksichtigt; nur Rüdemann erwähnt, daß in dem Granit in der Umgebung von Reuth öfters feinkörnige Konkretionen auftreten; auch Lepsius[5]) weist auf das Vorhandensein der Einschlüsse in den Graniten vom Fichtelgebirge hin.

Während einer Exkursion mit Prof. E. Weinschenk und bei abermaligem Besuch der Steinbrüche, die an den Abhängen von Kössein angelegt sind, habe ich ein Material gesammelt, dessen mikroskopisch-petrographische Bearbeitung einige recht interessante Eigenschaften des Granits selbst und seiner Einschlüsse zutage förderte.

Granit.

Der Granit von Kössein ist ziemlich grobkörnig, von schöner bläulicher Farbe, deren Ursache die bläuliche Farbe des Feldspates

[1]) C. W. Gümbel, Geogn. Beschreibung des Fichtelgebirges. Gotha 1879.

[2]) Rüdemann, Die Kontakterscheinungen an dem Granit der Reuth b. Gefrees. N. J., 1887, pag. 643.

[3]) A. Boettiger, Beiträge zur Kenntnis der Granite des Fichtelgebirges usw. Inaug.-Diss., 1889. (Mitt. a. d. pharm. Inst. u. Labor. f. angew. Chemie, Erlangen.)

[4]) W. Machert, Beiträge zur Kenntnis der Granite des Fichtelgebirges. Berlin 1894. Inaug.-Diss.

[5]) R. Lepsius, Geologie von Deutschland usw. II. T., 1903, 119.

Digitized by Google

ist; eine porphyrartige Struktur ist immer deutlich zu sehen, die das Gestein den größeren Feldspat-Einsprenglingen verdankt. Die Grundmasse des Gesteins ist aus körnigem graulichen Quarz, bläulichweißem Feldspat und viel bräunlichschwarzem Biotit zusammengesetzt; mit bloßem Auge kann man auch vereinzelte dunkelrote Granatkörner, wie auch milchbläuliche Cordieritkörner und schmutziggrüne Pinitaggregate bemerken.

U. d. M. erkennt man, daß das Gestein aus Quarz, Feldspat und Biotit zusammengesetzt ist, mit untergeordneten Mengen von Granat, Cordierit, Apatit, Zirkon, Magnet- und Titaneisen, wie auch Chlorit und Sericit.

Quarz tritt in größeren unregelmäßigen Körnern als zuletzt zur Ausscheidung gekommener Bestandteil hervor; er ist ziemlich reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die manchmal bewegliche Libellen enthalten; seltener sind die Einschlüsse von Gas, dann Zirkon, Apatit, Biotit. Sehr oft zeigt er Spuren des Gebirgsdruckes, der eine undulöse Auslöschung, oft mit Bildung von unregelmäßigen, der optischen Achse parallelen Stengeln verbunden, hervorruft.

Der Feldspat gehört teils zum Mikroklin, teils zum Plagioklas, deren Mengenverhältnisse im Gegensatz zu den Angaben von W. Machert[1]) fast im Gleichgewicht stehen.

Der allotriomorphe Mikroklin bildet die oben erwähnten Ausscheidungen, ist aber auch in der Grundmasse in nicht unbedeutender Menge vorhanden. Meistens zeigt er eine ausgezeichnete Gitterstruktur, seltener fehlt die letztere in einzelnen Durchschnitten. Er ist stark perthitisch von einem meistens stark zersetzten Plagioklas, nämlich Ca-haltigem Albit durchsetzt und manchmal ist der letztere ganz in ein Aggregat von Muscovit umgewandelt.

Die Auslöschungen des Mikroklin in den Schnitten senkrecht zu den Mittellinien sind normal, nämlich senkrecht zur Mittellinie $\alpha = 88^{0}$, senkrecht zur Mittellinie $\gamma = 10^{0}$. In den Schnitten aber, die senkrecht zur optischen Achse liegen, kann man nach der Methode von Prof. F. Becke[2]) sich überzeugen, daß das Mineral optisch

[1]) Machert, l. c. pag. 22.

[2]) F. Becke, II. Optische Untersuchungsmethoden. Abh. d. Wiener Akad. d. Wiss., Bd. LXXV, 1904, pag. 26. — S. auch: H. Rosenbusch u. A. Wülfing, Mikroskopische Physiographie. I. Bd., I. H., 1904, pag. 335.

Digitized by Google

positiv ist und nicht, wie das für den Mikroklin und Orthoklas gewöhnlich der Fall ist, negativ. Der Achsenwinkel ist, der Krümmung der Hyperbel nach, etwas kleiner als bei dem gewöhnlichen Mikroklin, und der Achsenwinkel 2V um die Mittellinie γ beträgt ungefähr 83—85°. Durch die Untersuchung der Schliffe von Gesteinen aus der Ober-Pfalz, die zum Teil von mir früher beschrieben wurden[1]), habe ich gefunden, daß in einer Reihe von ihnen der Mikroklin, wie auch der Orthoklas, optisch positiv sind, so z. B. in den injizierten Schiefern („schuppigen Gneisen" Gümbels) von Neustadt a. Wn. und Erbendorf, in den Biotitgraniten (Krystallgraniten) von Windischbach, ebenso von Leuchtenberg und Flossenbürg, auch in einigen Graniten und Schiefern von Floß und Tierschenreuth außer dem von mir beschriebenen Gebiete. In einem Schliff des Rapakiwi von Wyborg wurde auch der positive Charakter seines Mikroklines festgestellt. Es wäre zweifelsohne interessant, Orthoklase und Mikrokline auch anderer Gesteine zu untersuchen, ob der positive Kali-Feldspat nicht oft vorhanden ist.

Der positive Orthoklas wurde schon früher von L. Duparc[2]) beschrieben, der ihn in den granitischen und granitporphyrischen Gesteinen von Troitsk im nördlichen Ural gefunden und mit dem Namen „Isorthose" belegt hat. Den positiven Mikroklin kann man dann Isomikroklin nennen.

Der Mikroklin ist manchmal ziemlich reich an Einschlüssen von unregelmäßigen, seltener bipyramidalen Körnern des Quarzes.

Der oft idiomorphe Plagioklas ist meistens von kleinerer Größe als der Mikroklin und ist oft nach der Fläche M (010) tafelförmig ausgebildet. Zwillingsbildung herrscht nach dem Albitgesetz, seltener sind Periklinlamellen vorhanden; die Karlsbader Zwillinge kommen ziemlich selten vor. Die Zonenstruktur mit von innen nach außen abnehmender Basizität ist meistens ziemlich schwach ausgebildet.

Die Messungen der Auslöschungsschiefen auf den geeigneten Schnitten ergaben folgendes:

$$\left.\begin{matrix}\perp\alpha\ 1^0—2^0\\ \perp\gamma\ 5^0—7^0\end{matrix}\right\} \text{Oligoklas } Ab_{80}\ An_{20} \text{ ca.}$$

[1]) W. Luczizky, Zentralbl. f. Min. etc., 1904, 577—596.

[2]) L. Duparc, Sur une nouvelle variété d'orthose. Compt. rend. 138, 1904, 714.

Digitized by Google

Ein senkrecht zu M und P getroffener Schnitt zeigte eine Auslöschungsschiefe, die gleich $+4^0$ war, was auf einen Plagioklas von der Zusammensetzung $Ab_{72}An_{28}$, d. i. eines basischeren Oligoklases, führt.

Der Glimmer, der in nicht unbedeutender Menge vorhanden ist, gehört zum größten Teil zum braunen Biotit, er bildet zahlreiche xenomorphe Blättchen, die an den Rändern oft skelettartig ausgebildet sind und eine Struktur zeigen, die mit dem „quartz vermiculé" nicht unähnlich ist. Am deutlichsten kommt diese Struktur dort vor, wo der Biotit mit Quarz oder Feldspat in Berührung kommt. Man sieht dann manchmal sehr deutlich, wie zahlreiche wurmförmig gekrümmte kleine Individuen von Quarz resp. Feldspat in den Biotit hineindrängen; diese Struktur geht allmählich in eine mikropegmatitische Struktur über, bei welcher ein Zusammenwachsen von Quarz und Biotit, Feldspat und Biotit zu beobachten ist; diese Struktur ist mit der mikropegmatitischen Verwachsung von Glimmer mit Orthoklas, Quarz und Hypersthen identisch, die Hirschi[1]) in dem Augit-Biotit-Syenit bei Gröba in Sachsen beschrieben hat und der diese Erscheinung auch als eine gleichzeitige Auskrystallisierung dieser Mineralien betrachtet. Sehr ähnlich ist auch die mikropegmatitische Verwachsung von Spinell und Hypersthen, Feldspat und Hypersthen oder Augit in den Noriten vom Ural, deren Genesis nach L. Duparc[2]) dieselbe ist.

Seltener sind die Umrisse der Biotite scharf und manchmal deutlich idiomorph.

Die Farbe des Biotits ist dunkelbraun ins Hellrötlichbraune übergehend, parallel der Spaltfläche; hellbräunlich mit gelblichem Strich senkrecht dazu. Er enthält ziemlich viele Einschlüsse von Apatit, Magneteisen und Zirkon, welch letzterer immer mit intensiven pleochroitischen Höfen umgeben ist. Optisch einachsig, seltener schwach zweiachsig.

Sehr innig mit dem braunen Biotit ist der in kleinerer Menge vorhandene grüne Glimmer verbunden, der parallel zur Spaltbarkeit hellgrün, senkrecht dazu licht grünlichgelb ist und ebenso

[1]) H. Hirschi, Beiträge zur Kenntnis der gesteinsbildenden Biotite etc. Zürich 1901, Inaug.-Diss.

[2]) L. Duparc et F. Pearce, Recherches pétrographique sur l'Oural. Genève 1905, 456—457.

Digitized by Google

pleochroitische Höfe um Zirkoneinschlüsse enthält. Manchmal kann man einen ganz allmählichen Übergang von dem braunen Biotit zum grünen Glimmer beobachten, der auch mit dem allmählichen Abnehmen der Stärke der Doppelbrechung verbunden ist, die bei dem letzteren bis 0·036, manchmal bis 0·032 herabsinkt; sekundäre Neubildungen sind dabei nicht zu bemerken. Seine Umrisse sind identisch mit denen des braunen Glimmers, mit dem er oft parallel verwachsen ist. Optisch fast einachsig, mit sehr kleinem Achsenwinkel.

Der Muscovit, dessen Menge klein ist, ist zum größten Teil sekundär und bildet dann einzelne kleine Schüppchen und skelettartige Blättchen und Aggregate derselben in den zersetzten Feldspaten. Dagegen sind die größeren scharf abgegrenzten Blättchen, die manchmal mit dem braunen und grünen Glimmer verwachsen sind, primäre Bildungen. Der Muscovit ist hier verhältnismäßig schwach doppelbrechend; in einem Schnitt, der nahe senkrecht zu der Basis getroffen war, wurde mit dem Babinet-Kompensator $\gamma - \alpha = 0{\cdot}020$ bestimmt, was auch mit der Tabelle von Michel-Lévy für denselben Schnitt gut übereinstimmt; nämlich die Farbe des Schnittes zwischen gekreuzten Nicols bei der Dicke von 0·034 *mm* war blau II. Ordnung.

Der braune Biotit wie auch der grüne Glimmer sind nicht selten mehr oder minder zersetzt und gehen in einen lichtgrünen, schwach pleochroitischen Chlorit über, welch letzterer von zahlreichen Körnchen und Stäbchen von Titaneisen begleitet ist.

Granat bildet entweder kleine, oft in die Länge ausgezogene Körnchen oder größere, 2—5 *mm* im Durchmesser haltende Körner, die sehr reich an Einschlüssen, besonders von Quarz, sind. In den größeren Körnern sind zahlreiche unregelmäßige Risse vorhanden, die manchmal mit einem Aggregat von weißem und grünem Glimmer ausgefüllt sind, und in einzelnen Fällen geht fast das ganze Granatindividuum in ein solches schuppiges Glimmeraggregat über.

In kleiner Menge ist auch der Cordierit vorhanden, der ziemlich große, unregelmäßige, meistens stark zersetzte Körner bildet. Er ist farblos, mit einem mittleren Brechungsexponenten, der nahezu 1·55 ist; die Stärke der Doppelbrechung ist nur sehr wenig höher als die des Quarzes und liegt nahe bei 0·009; er ist optisch zweiachsig und negativ; Dispersion deutlich $\upsilon > \rho$. Er enthält eine ziemlich große Menge von Flüssigkeitseinschlüssen; seltener kommen die

Digitized by Google

Einschlüsse von Apatit und Zirkon vor, welch letztere oft mit intensiven gelben pleochroitischen Höfen umgeben sind, was der Angabe widerspricht, daß pleochroitische Höfe im Cordierit der Eruptivgesteine nicht vorhanden sind.[1])

Die Zersetzung des Cordierits folgt zum Teil den Spaltrissen nach der Fläche (010) und den Absonderungsrissen nach der Fläche (001), oft auch den regellosen Klüften. Diese schmalen Risse und Klüfte füllen sich zuerst mit einem farblosen, feinschuppigen, sehr schwach polarisierenden, schwach lichtbrechenden Aggregat; nur bei der vorgeschrittenen Zersetzung bilden sich kleine Blättchen von Muscovit, von lichtgrünem Glimmer und Chlorit, deren Menge und Größe immer bedeutender wird und die zuletzt die schwach polarisierende „Zwischensubstanz" ganz verdrängen. Die Gitterstruktur, die durch die Einlagerung der meisten Glimmerblättchen parallel den Flächen (010) und (001) verursacht ist, tritt mehr und mehr zurück und in den ganz zersetzten Körnern des Cordierits ist sie nur wenig bemerklich.

Spinell, der in dem Gestein in ganz untergeordneter Menge ungleichmäßig verbreitet ist, bildet kleine Körnchen und Oktaederchen von grüner Farbe, ist stark lichtbrechend und isotrop und in kleinen Gruppen angesammelt. In geringer Menge kommen auch kleine Körner und Krystalle von Zirkon, manchmal in schönen Zwillingen vor, dann Apatit in gewöhnlichen kurzprismatischen Kryställchen und langen Nadeln, und Magneteisen in größeren — manchmal 0·5 *mm* und mehr im Durchmesser —, unregelmäßigen Körnern, seltener in kleineren oktaedrischen Krystallen.

Die Ausscheidungsfolge der meisten Mineralien, nämlich Zirkon, Apatit, Magneteisen, Oligoklas, Mikroklin und Quarz ist in großen Zügen die des normalen Granits; man muß nur hinweisen, daß der Mikroklin dem Quarz gegenüber meistens scharf idiomorph ist, obwohl der letztere auch in ihm selbst die oben erwähnten unregelmäßigen, seltener bipyramidalen und sechsseitigen Körner bildet. Dagegen ist der Glimmer nicht der gewöhnlichen Regel nach ausgeschieden, da die oft vorhandene mikropegmatitische Verwachsung des Glimmers mit dem Feldspat, ja auch mit dem Quarz zeigt, daß die letzten Ausscheidungen des Glimmers gleichzeitig waren mit der Ausscheidung des Feldspats, zum Teil auch des Quarzes, analog der

[1]) H. Rosenbusch, Die Steiger-Schiefer. 1877, 22; id. Mikroskop. Physiographie, 1905, I, 1. H. — A. Lacroix, Minéralogie de la France, 1895, 515.

Digitized by Google

Ausscheidung des Biotits in dem oben erwähnten Augit-Biotit-Syenit von Gröba in Sachsen.[1])

Was Cordierit, Granat und Spinell betrifft, so sind sie zum größten Teil vor dem Oligoklas auskrystallisiert. Meistens begleiten die Körner des Granats den Cordierit, in welchem sie oft auch eingeschlossen sind, und, wie der Spinell selbst, sind ihren Eigenschaften nach auch Cordierit und Granat in diesem Gestein Fremdlinge des granitischen Magma und sind nur infolge der Auflösung der durchbrochenen Schiefer und einer Anreicherung an Tonerde ausgeschieden.

Auch die Glimmerblättchen, die bei der Zersetzung des Cordierits sich bilden, sind oft mit dem nebenliegenden Quarz und Feldspat mikropegmatitisch verwachsen und die Zersetzung des Cordierits und seine Umwandlung in Glimmeraggregat ist hier keine Verwitterung, sondern durch die Veränderungen der Bedingungen bei der Krystallisation des Quarzes, wie auch des Feldspats hervorgerufen. Sie sind den Umwandlungen des Cordierits in Plagioklas und Hypersthen in dem Hypersthenandesit von Martinique[2]) nicht unähnlich.

Aplitische Gesteine.

Der Granit von Kössein ist von fein- bis grob-körnigen hellgefärbten Adern durchzogen, die aus weißem Feldspat und hellgraulichem Quarz mit untergeordneter Menge von Glimmer (Muscovit und Biotit) bestehen; in einzelnen Stellen der grobkörnigen Varietäten kann man auch radialstrahlige oder wirre Aggregate von schwarzem Turmalin sehen.

Die grobkörnigen Varietäten bilden sehr unregelmäßige Adern, die bald dick sind, bald dünn, oft auskeilen und mannigfaltig gebogen sind; dagegen sind die Gänge der feinkörnigen Varietäten viel regelmäßiger.

U. d. M. ist in den grobkörnigen Gesteinen im Vergleich mit dem beschriebenen Granit nicht viel Neues zu sehen. Der Quarz, der ein Hauptbestandteil ist, ist sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die oft bewegliche Libellen enthalten; oft ist er ziemlich stark zerdrückt, zeigt eine stark undulöse Auslöschung und oft auch eine stengelige Struktur, die senkrecht zur optischen Achse verläuft. In gleichen Mengen kommen auch Mikroklin und saurer Oligoklas

[1]) H. Hirschi, l. c.

[2]) A. Lacroix, La Montagne Pelée et ses environs. Paris 1904, pag. 565 u. w.

Digitized by Google

vor, in kleinerer Menge Muscovit- und Biotit-Schüppchen, spärlich Zirkon und Apatit, welch alle mit denen des Granits selbst identisch sind.

Der Turmalin ist in der Form der langen Spindeln und Stengel vorhanden, die oft skelettartig ausgebildet sind und dann von Quarz, Oligoklas und Mikroklin durchwachsen sind. Er zeigt eine Zonenstruktur, die durch abwechselnd grünlichbraune und gelblichbraune Schichten hervorgerufen ist.

Auch Cordierit und Granat sind in einzelnen Körnchen zu beobachten. Die Struktur ist die des Granits, nämlich eine allotriomorphkörnige, nur ist der Grad des Idiomorphismus des Plagioklases und des Mikroklins viel schwächer.

Fast dieselbe Zusammensetzung zeigen die feinkörnigen Varietäten, die aus Quarz, Mikroklin und saurem Oligoklas bestehen und in kleiner Menge Muscovit, in größerer Menge Apatit enthalten, welch letzterer oft ziemlich große Nadeln bildet, die manchmal 2 *mm* lang, 0·5—0·6 *mm* breit sind.

Die Struktur ist panidiomorphkörnig und der Quarz bildet oft bipyramidale und sechsseitige Einschlüsse in den Feldspaten.

Einschlüsse.

Die in dem Granite ziemlich oft vorhandenen Einschlüsse sind ziemlich mannigfaltig und unter denen, die ich gesammelt hatte, konnte ich nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung Feldspat-Quarz-Biotit-Hornfelse, Feldspat-Biotit-Hornfelse und Cordierit-Biotit-Hornfelse unterscheiden.

Feldspat-Quarz-Biotit-Hornfelse.

Diese Hornfelseinschlüsse erreichen oft eine nicht unbedeutende Größe und man kann einzelne Blöcke von $^1/_2\,m$ und mehr im Durchmesser finden. Sie zeigen unregelmäßige abgerundete Umrisse und sind von dem Granit ziemlich scharf abgegrenzt. Sie sind von hellgrauer Farbe und bestehen aus einem feinkörnigen Aggregate von graulichweißem Quarz und weißem Feldspat, in welchem zahlreiche dünne Blättchen von dunkelbraunem Biotit, die oft 2—3 *cm* breit sind, meistens ganz regellos, seltener mit Andeutungen von radialstrahliger Anordnung, verteilt sind; diese Blättchen sind skelettartig ausgebildet, von zahlreichen Körnern von Quarz und Feldspat durchwachsen und verleihen dem Gestein ein ganz eigentümliches Aussehen; auf den Bruchflächen zeigen diejenigen Blättchen, die

Digitized by Google

quer zur Spaltbarkeit abgebrochen sind, federähnliche Ausbildung. Auch kleinere Biotitblättchen sind in größerer Menge vorhanden.

U. d. M. erscheinen neben vorherrschendem Quarz, Feldspat und Biotit noch Chlorit, dann in untergeordneter Menge Apatit, Zirkon und Eisenerze.

Quarz bildet kleine, unregelmäßige Körner, die ziemlich reich an sehr kleinen Einschlüssen von Flüssigkeit und Gas sind, seltener findet man auch kleine Körnchen von Zirkon, Apatit, Hornblende; kleinere Körnchen von Quarz sind in bedeutender Menge in den größeren Individuen dieser Minerals eingeschlossen.

Der Feldspat, dessen Menge der des Quarzes gleich ist, manchmal auch etwas größer, gehört zum größten Teil zum Mikroklin und Orthoklas, zum Teil zu einem dem Oligoklas nahestehenden Plagioklas. Eine schwach entwickelte Zonenstruktur ist manchmal im Plagioklas vorhanden und im Kern ist der Plagioklas immer etwas reicher an Albitsubstanz als in der Hülle. Die Feldspate sind meistens trüb, enthalten oft Einschlüsse von kleinen Körnchen von Quarz, dann Biotit, Magnetit. Die Umrisse der Feldspate sind denen des Quarzes ähnlich, Andeutungen an krystalline Formen sind nirgends zu sehen; auch in der Größe der Körner dieser Mineralien sind keine Unterschiede vorhanden; im Durchschnitt sind sie 0·11—0·15 *mm* im Durchmesser.

In kleinerer Menge ist der Biotit vorhanden, der auch unter dem Mikroskop ganz deutliche Skelettstruktur, eine Siebstruktur zeigt; die größeren Blättchen des Biotits sind von Quarz und Feldspat durchwachsen und im Dünnschliff sieht man nur reihenförmig angeordnete kleine Blättchen des Biotits, die in einzelnen Reihen gleichförmig orientiert sind und zusammen ein großes Individuum bilden; wenn aber der Biotit parallel der Spaltfläche getroffen wird, so liegen in der Ebene des Schliffes zahlreiche unregelmäßige kleinere Blättchen des Biotits, die eine ziemlich große Fläche einnehmen. Die Form der kleineren Biotitblättchen ist eine ganz unregelmäßige und es scheint, als ob der Biotit die Quarz- und Feldspatkörner verkitte, eine Erscheinung, die in den Hornfelsen überhaupt verbreitet ist. Der Biotit ist dunkelbraun, zeigt eine kräftige Absorption und einen deutlichen Pleochroismus:

$\gamma = \beta$	$>$	α
sehr dunkel rötlichbraun		licht gelbbraun.

Digitized by Google

Der Biotit ist manchmal zersetzt und dann geht er in einen lichtgrünen oder gelblichen Chlorit über, der schwach lichtbrechend und schwach doppelbrechend ist; zwischen gekreuzten Nicols zeigt er eine bläulichgraue, in parallelen eine bräunliche Interferenzfarbe; in einzelnen Stellen ist er stärker doppelbrechend, Gelb I. Ordnung, manchmal auch Rot I. Ordnung. Die Chloritisierung ist von der Ausscheidung von Titaneisen begleitet.

In viel kleineren Quantitäten ist auch der Muscovit verbreitet. der ganz farblos ist und entweder kleine unregelmäßige Blättchen bildet oder viel größere, die eine Größe von einigen Millimetern erreichen und ebenso skelettartig wie Biotit ausgebildet sind; sie sind auch mit Quarz und Feldspat durchwachsen und verkitten ihre Körner. Oft findet man parallele Verwachsungen von Muscovit mit Biotit.

Von den anderen Mineralien ist in dem Gestein in kleinerer Menge noch Zirkon in Form von kleinen wohl ausgebildeten Kryställchen und unregelmäßigen Körnchen, die manchmal stark in der Richtung der vertikalen Achse ausgezogen sind, vorhanden; man findet einzelne Körner, die 0·2 *mm* lang und nur 0·01—0·02 *mm* breit sind. Fast in gleicher Menge kommt auch Apatit vor, dessen Individuen mannigfaltig in Form von Nadeln, Stäbchen, unregelmäßigen Körnern ausgebildet sind.

In kleiner Menge sind noch Körnchen und Kryställchen von Granat vorhanden; viel öfter kommen in dem Gestein kleine Körnchen und Kryställchen von Magneteisen vor, die meistens kaum 0·02—0·03 *mm* groß sind. Selten findet man Körnchen und Kryställchen von braunem Turmalin und Rutil.

Die Struktur des ganzen Gesteins ist die des Hornfels; die Hauptbestandteile des Gesteins, Quarz und Feldspat, bilden ein Aggregat von unregelmäßigen, lappigen, zum Teil isometrischen Körnern und einzelne große Blättchen von Biotit, seltener von Muscovit, liegen als eine Art Zwischenmasse zwischen diesen Körnern, eine Siebstruktur zeigend.

Feldspat-Biotit-Hornfelse.

Die Einschlüsse von Feldspat-Biotit-Hornfels sind meist von viel kleinerer Größe, oft kaum 5—10 *cm* im Durchmesser, mit linsenförmigen Umrissen.

Digitized by Google

Sie sind sehr reich an dunkelbraunem Biotit, der in der Hülle des Einschlusses in großer Menge und in größeren Blättchen angesammelt und schiefrig angeordnet ist; nur im inneren Teile tritt Biotit in den Hintergrund, ist in kleinerer Menge und in kleinen Blättchen vorhanden; dieser Teil ist feinkörnig, nicht schiefrig ausgebildet und ist bläulichgrau gefärbt.

U. d. M. ergibt sich die Zusammensetzung dieser Einschlüsse aus Biotit, Feldspat, Muscovit, Sillimanit, Quarz, Spinell, Apatit, Magneteisen.

Die Blättchen des Biotits sind sehr unregelmäßig ausgebildet, oft lappig. Er ist braun gefärbt,

$$\gamma = \beta \quad > \quad \alpha$$

dunkelbraun, schwach rötlich licht bräunlichgelb

optisch einachsig, mit schwach gestörtem Kreuz.

Er enthält viel pleochroitische Höfe um die Einschlüsse von Zirkon und ist oft von zahlreichen nadel- und stäbchenförmigen Individuen von Titaneisen durchsetzt, die oft Aggregate bilden; diejenigen Blättchen des Biotits, die am reichsten an Titaneisen sind, sind auch viel heller und schwächer doppelbrechend als die anderen. An dem Rand sind manchmal die Blättchen des Biotits von zahlreichen wurmförmigen Individuen des Quarzes und Feldspats durchsetzt und sie selbst senden an manchen Stellen zahlreiche ebenso wurmförmige Individuen in den nebenliegenden Quarz, resp. Feldspat. Oft ist der Biotit stark chloritisiert.

Kleine Schüppchen und deutlich gerundete scharf abgegrenzte Blättchen des Muscovits sind manchmal im Gestein in größerer Menge vorhanden, immer aber in kleineren Individuen als der Biotit. er ist oft mit dem letzteren parallel verwachsen.

Von den Feldspaten steht der Orthoklas, seltener Mikroklin gegenüber dem Plagioklas im Übergewicht; der letztere, nach der Methode von Fouqué und von Becke bestimmt, steht nahe dem Oligoklasalbit und zeigt manchmal eine Zonarstruktur, bei welcher die äußere Zone die Zusammensetzung eines Oligoklases zeigt, der innere Teil die des Oligoklasalbits. Die Feldspate bilden kleine rundliche, seltener lappige Körner, die manchmal gegenüber dem Quarz idiomorph ausgebildet sind.

Der Quarz tritt nur in kleiner Menge in Form von sehr unregelmäßigen Körnern hervor, die arm an Flüssigkeitseinschlüssen sind

Digitized by Google

und die Lücken zwischen den anderen Mineralien, nämlich Feldspat und Glimmer, ausfüllen.

In größerer Menge als der Quarz ist der Sillimanit vorhanden; er bildet kleine, sehr unregelmäßige, an den Enden gerundete Stäbchen, viel seltener mehr regelmäßige Nädelchen; an einzelnen Stellen ist er in großer Menge angesammelt und bildet dann radialstrahlige Aggregate; meistens aber liegen seine Individuen ungefähr parallel der Schieferung der äußeren Hülle und man kann an manchen Stellen eine recht deutliche helizitische Struktur sehen; manchmal sind diese Schichten des Sillimanits wellig gebogen und durchsetzen Körner von Quarz und Feldspat.

Oft findet man kleine Körnchen und Oktaederchen von grünem Spinell, die in kleine Aggregate angesammelt und unregelmäßig im Hornfels zerstreut sind; auch sie liegen manchmal schichtenweise parallel den Schichten des Sillimanits.

Apatit und Zirkon, ebenso Magneteisen sind in ziemlich großer Menge vorhanden.

Auch hier tritt deutlich die Hornfelsstruktur hervor, die nur in der äußeren Hülle verloren geht und durch eine schiefrige verdrängt wird. Der Biotit, der in dem Kern nur in Form kleiner Blättchen vorhanden ist, bildet in der Hülle immer größere Blättchen und auch die Körner des Feldspats und des Quarzes werden größer und ihre Umrisse werden denen des Granits immer mehr ähnlich, von welchem diese Einschlüsse nicht scharf abgegrenzt sind.

Cordierit-Biotit-Hornfelse.

Das makroskopische Aussehen der Einschlüsse der Cordierit-Biotit-Hornfelse ist demjenigen der Feldspat-Biotit-Hornfelse ganz ähnlich; auch hier sind die Umrisse linsenförmig, in dem Kern befindet sich ein bläulichgraues feinkörniges Aggregat und die Hülle ist reich an größeren Blättchen von Biotit und schiefrig.

U. d. M. sieht man, daß diese Einschlüsse in dem Kern aus vorherrschendem Cordierit mit Biotit, dann aus Muscovit, Sillimanit, Spinell, Apatit, Zirkon, Magneteisen bestehen, die Hülle aus vorherrschendem Biotit mit untergeordneter Menge anderer Mineralien.

Der Cordierit ist in der Form von kleineren und größeren sehr unregelmäßigen, oft lappigen Körnern vorhanden; sie sind farb-

Digitized by Google

los, reich an Einschlüssen von anderen Mineralien, die Gemengteile des Gesteins bilden und an manchen Stellen den Cordierit fast ganz verdrängen; um die Körner des Zirkons sind immer ziemlich scharfe gelbe pleochroitische Höfe vorhanden. Der Brechungsexponent des Cordierits ist β nahe 1·55, die Doppelbrechung nur wenig von 0·009 abweichend, optisch negativ, $\upsilon > \rho$; bei gekreuzten Nicols zeigt er eine undulöse Auslöschung und man kann dabei bemerken, daß die Grenzen zwischen den einzelnen Körnern nicht scharf sind; an manchen Stellen scheint es, als ob die Körner ineinander übergehen.

Der Cordierit ist immer frisch, unzersetzt, was hier besonders hervorzuheben ist, da im Granit dieses Mineral im Gegenteil stark zersetzt ist. Weinschenk [1]) hat schon früher gezeigt, daß in den Cordieritgesteinen von Bodenmais der Cordierit in den Graniten zersetzt und in Pinitaggregat umgewandelt ist, in den körnigen Aggregaten der Hornfelse und Schiefer dagegen fehlt diese Umwandlung des Cordierits. Derselbe Fall ist auch in den Kösseiner Gesteinen zu beobachten.

Der Biotit, der im Cordierit eingeschlossen ist, bildet ganz unregelmäßige kleine Blättchen, die sich in der Richtung zum Rand der Einschlüsse vergrößern, und in der Hülle kommen größere, auch unregelmäßige Blättchen des Biotits vor, die schiefrig angeordnet und an den Enden zerrissen sind.

In untergeordneter Menge ist der Muscovit in Form unregelmäßiger, manchmal skelettartiger Blättchen vorhanden.

In kleiner Menge sind kleine Nädelchen und Stäbchen des Sillimanits verbreitet; kleine Körnchen von grünem Spinell sind in dem Gestein in einzelnen Schichten eingelagert. Ziemlich groß ist die Menge von Zirkon und Magneteisen, dagegen klein die Menge des Apatits. Alle diese Mineralien sind mit denen des vorher beschriebenen Hornfels identisch.

Auch ein Plagioklas von der Zusammensetzung des Oligoklases ist in den äußeren Zonen dieser Einschlüsse in ziemlich großen Körnern verbreitet.

Die Struktur ist jene des typischen Hornfelses, mit den lappigen oder mehr isometrischen Körnern des Cordierits, der außer-

[1]) E. Weinschenk, Die Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais. Abh. Bayer. Akad., Bd. XXI, 1901, pag. 373, 398.

Digitized by Google

ordentlich reich ist an Einschlüssen; im Innern dieser Hornfelse ist die Struktur massig mit schwachen Andeutungen der primären Schichtung wegen der Anordnung eines Teiles des Sillimanits und des Spinells, in den äußeren Zonen ist eine recht deutliche Schieferstruktur vorhanden, wobei auch der Cordierit mit der Annäherung zum Granit mehr und mehr in den Hintergrund geht und durch Feldspat und Quarz verdrängt wird.

Diese biotitreiche Hülle, die auch in den Feldspat-Biotit-Hornfelsen vorhanden ist, ist als eine endomorphe Erscheinung des Granitmagmas selbst aufzufassen; man kann auch sehen, wie diese Hülle allmählich in den Granit übergeht, obwohl makroskopisch eine mehr oder minder scharfe Grenze sichtbar ist, die unter dem Mikroskop verschwindet; geht diese endomorphe Erscheinung, die mit der Resorption des fremden Einschlusses auf das innigste verbunden ist, weiter, so können wir zuletzt einen Einschluß bekommen, der nur scheinbar homöogen ist, in der Tat aber, obwohl er auch keine Reste der früheren polygenen Entstehung enthält, durch die Resorption des fremden Einschlusses hervorgegangen sein muß. Solche Einschlüsse findet man z. B. in den Graniten der Ober-Pfalz (Windisch-Eulenbach), die dunkel sind, aus einem Aggregat von Quarz, Plagioklas (Oligoklas bis zum Andesin) und viel Biotit bestehen und eine Granitstruktur zeigen; ihrem Aussehen nach kann man sie zu den homöogenen Einschlüssen stellen, bei näherer Untersuchung aber findet man in ihnen in einzelnen Fällen einzelne Stellen, die feinkörnig sind, auch aus Quarz, Feldspat und Biotit bestehen, sich aber von der sie umgebenden Masse durch eine Beimischung von Spinell unterscheiden, besonders aber durch ihre ausgezeichnete Hornfelsstruktur; diese dunklen Putzen müssen auch als polygene Einschlüsse betrachtet werden.

Erklärung zu Tafel 5.

Fig. 1. Biotit von Feldspat durchwachsen. Granit von Kössein.

Fig. 2. Pleochroitische Höfe im Cordierit, *i b*.

Fig. 3. Die Siebstruktur des Biotits im Feldspat-Quarz-Biotit-Hornfels von Kössein.

Fig. 4. Feldspat-Biotit-Hornfels im Kontakt mit dem Granit. Kössein.

Digitized by Google

XXIII. Über die Veränderungen der Krystalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen.

Von **Hilda Gerhart.**

(Mit Taf. VI—VIII und 4 Textfiguren.)

Es war im Jahre 1783, als man durch Zufall die Entdeckung machte, daß Kochsalz in Oktaedern krystallisiert, wenn in der Mutterlauge eine größere Quantität Harnstoff enthalten ist. Eine analoge Erfahrung machte man bald darauf beim Alaun, welcher die bei ihm seltener auftretenden Würfelflächen ausbildet, wenn der Mutterlauge etwas Ammoniak zugesetzt wird. Es wurden nun von einigen Forschern Versuche angestellt, ob auch andere Substanzen ähnliche Erscheinungen zeigen.

Vor allen waren es Retgers (Zeitschrift für phys. Chemie, 9, 298, 1892), Credner (Journal für praktische Chemie, 110, 292, 1870) und Heinrich Vater (Zeitschrift für Krystallogr., 21, 433, 1893), die sich mit diesen Experimenten beschäftigten, und alle drei kamen zu dem übereinstimmenden Resultat, daß Zusätze zur Mutterlauge, denen Vater den Namen „Lösungsgenossen" gab, formverändernd auf die entstehenden Krystalle wirken, also deren Habitus bestimmen. Nach welchen Gesetzen Lösungsgenossen in der Mutterlauge auf die Krystallform wirken, ließ sich nicht feststellen; es waren ja der Versuche viel zu wenig, um irgend welche Gesetzmäßigkeit der Beeinflussung konstatieren zu können.

Außer den genannten drei Forschern hat sich niemand weiter mit einschlägigen Untersuchungen beschäftigt, obwohl das Studium dieser Habitusveränderungen nicht uninteressant ist. Wir wissen ja,

Digitized by Google

daß auch in der Natur oft eine und dieselbe Substanz verschiedenen Habitus aufweist, z. B. Calcit oder Quarz; und diese Formverschiedenheit hängt sicher mit der Beschaffenheit der Mutterlauge zusammen, wenn auch der Einfluß der Druck- und Temperaturverhältnisse nicht zu unterschätzen ist. Da nun aber die natürlichen Mutterlaugen zur Analyse nicht zur Verfügung stehen, so sind wir darauf angewiesen, durch Experimente die Gesetze zu ermitteln, nach welchen verschiedene Lösungsgenossen den Krystallhabitus beeinflussen.

Diesem fernen Ziele einen kleinen Schritt näher zu kommen, war der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Die Ursache, daß in der angedeuteten Richtung so wenig gearbeitet wurde, dürfte nicht zum geringsten Teil darin liegen, daß dem Experimentator ein unübersehbares Versuchsfeld offensteht, und aus diesem gerade die zweckmäßigsten Kombinationen herauszufinden, ist nur Glückssache. Denn nicht alle Substanzen werden typisch durch Lösungsgenossen beeinflußt und nicht alle Substanzen eignen sich als wirksame Lösungsgenossen. Schon Retgers, Credner und Vater kamen im Verlauf ihrer Untersuchungen auf eine Menge von negativen Resultaten — eine Tatsache, die nicht eben ermutigend wirkte.

Auf den Wunsch und unter der Anleitung meines verehrten Lehrers Herrn Professor Becke unternahm ich vor einem Jahre eine einschlägige Untersuchung, die insoferne vom Glücke begünstigt war, als die Anzahl der negativen Resultate verschwindend klein ist im Verhältnis zu den positiven. Die Versuche wurden in etwas anderer Weise angestellt als bisher, nämlich nicht unter dem Mikroskop. Um aber die für die makroskopischen Untersuchungen notwendigen Krystalle von genügender Größe und in guter Ausbildung zu erhalten, mußten leicht krystallisierende Substanzen gewählt werden.

Als zweckentsprechend in dieser Hinsicht erschienen einige Glieder der isomorphen Reihen der Doppelsulfate, welche nach den Formeln

$$\overset{II}{R}SO_4 - K_2SO_4 - 6\,H_2O \text{ und}$$

$$\overset{II}{R}SO_4 - (NH_4)_2SO_4 - 6\,H_2O \text{ aufgebaut sind.}$$

Die Krystalle dieser Reihen haben noch den besonderen Vorteil, daß sie krystallographisch sehr genau untersucht sind (Tutton, Murmann und Rotter) und daher die sonst nötigen und so zeitraubenden Winkelmessungen auf ein Minimum eingeschränkt werden konnten.

Digitized by Google

Zunächst sollten als Lösungsgenossen die Überschüsse der einzelnen Bestandteile des Krystalles verwendet werden, also bei den Doppelsalzen der Überschuß des einen oder des anderen Sulfates; ferner ein Überschuß an Schwefelsäure. Krystallisationen mit einem Überschuß des basischen Bestandteiles (Ammonium- beziehungsweise Kaliumhydrat) ließen sich nicht anstellen, weil dadurch die Schwermetalle als Hydroxyde ausfallen.

Es handelt sich zunächst um folgende Fragen:

1. Läßt sich bei sonst gleichen Verhältnissen ein Einfluß der Beschaffenheit der Mutterlauge auf die Krystalltracht der untersuchten Doppelsalze überhaupt wahrnehmen?

2. Ist der Einfluß bei den verschiedenen Doppelsalzen ein analoger?

Um bei der Krystallisation selbst keinen besonderen Schwierigkeiten zu begegnen, wählte ich aus den beiden Reihen jene Glieder aus, welche nach den Angaben von Tutton, Murmann und Rotter besonders schöne Krystalle liefern; dies sind die Salze von Zink, Nickel, Magnesium und Kupfer. Bei jedem einzelnen dieser Doppelsalze nun verwendete ich als Lösungsgenossen:

1. Schwefelsäure im Verhältnis der einfachen Molekulargewichte,
2. das betreffende Schwermetallsulfat,
3. das betreffende Alkalisulfat.

Von den beiden letzteren verwendete ich immer den größtmöglichen Überschuß, um eine bestimmte Norm zu besitzen und nicht innerhalb jeder Gruppe Einzelversuche mit verschiedenen Quantitäten des Lösungsgenossen machen zu müssen. Nach den Untersuchungen van 'tHoffs existiert nämlich für jedes unserer Doppelsulfate eine Zusammensetzung, aus welcher das Doppelsalz gleichzeitig mit einem seiner Bestandteile krystallisiert. Trägt man nun, um diese Verhältnisse graphisch zur Darstellung zu bringen, die molekulare Menge des einen Bestandteiles A (z. B. Kaliumsulfat) als Ordinate, die des anderen B (z. B. Zinksulfat) als Abszisse auf, so ergeben sich für jene Zusammensetzungen, bei welchen der eine beziehungsweise andere Bestandteil allein ausfällt, zwei Kurvenäste $M\,P$ und $N\,Q$. (Siehe nachstehende Figur.)

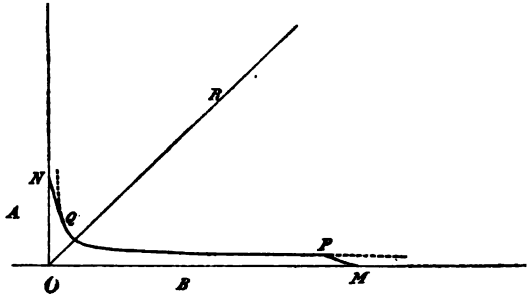
Für das angedeutete Beispiel würde also längs der Kurve $M\,P$ nur Zinksulfat, längst $N\,Q$ nur Kaliumsulfat ausfallen.

Digitized by Google

In P und Q beginnt bereits die Bildung von Doppelsalz und dieses krystallisiert an den bezeichneten Punkten gleichzeitig mit jenem Bestandteil aus, dessen Koordinate er näher liegt; also in dem Beispiel entsteht bei der Zusammensetzung P gleichzeitig Doppelsalz und Zinksulfat, bei Q Doppelsalz und Kaliumsulfat. Zwischen P und Q fällt das Doppelsalz allein aus. Die unter 45° zur Abszissenachse geneigte Gerade OR repräsentiert die Zusammensetzung des reinen Doppelsalzes.

Die Kurve PQ ist eine gleichseitige Hyperbel. Die Strecken ON und OM sind ebenso wie die Kurven MP und NQ von der Temperatur abhängig, die Figur ist also für jede Temperatur eine andere. Doch

Fig. 1.



fallen die analogen Punkte in dem bei der Krystallisation herrschenden Temperaturintervall so nahe zusammen, daß ihre Lage in Anbetracht der geringen Genauigkeit, mit welcher die Lösungen für meine Zwecke hergestellt wurden, als konstant angesehen werden darf.

Die Zusammensetzung der von mir verwendeten Mutterlaugen stand auf dieser Hyperbel sehr nahe den Punkten P beziehungsweise Q. Ich erreichte diese auf experimentellem Wege auf folgende Art.

Es wurde beispielsweise von Zinksulfat eine heiße, gesättigte Lösung dargestellt und in diese etwa ein Vierzigstel des Volumens gesättigte Kaliumsulfatlösung gegossen. Beim Abkühlen bildeten sich ausschließlich Zinksulfatkrystalle. Die Mutterlauge derselben, die nun etwas mehr Kaliumsulfat im Verhältnis zu früher enthielt, wurde abgegossen, etwas eingedampft und wieder abgekühlt. Dieses Verfahren wurde solange wiederholt, bis endlich neben dem Zinksulfat auch schon

Digitized by Google

Doppelsalz ausfiel, und diese letzte Mutterlauge wurde zum eigentlichen Experimentieren verwendet.

Von der Schwefelsäure nahm ich eine den Molekulargewichten entsprechende Menge, weil diese bei den wenigen Doppelsalzen, bei denen sie eine Formveränderung bewirkt, hinreichte, um Veränderungen hervorzubringen, und weil eine größere Menge bei zweien der untersuchten Salze keine weitere Beeinflussung konstatieren ließ.

Leider gestatteten es die räumlichen Verhältnisse des mineralogischen Institutes nicht, die Krystalle bei konstanter Temperatur zu züchten. Doch suchte ich, soweit dies möglich war, das Schwanken der Temperatur im Krystallisationsraum einzuschränken und erhielt dadurch die meisten Krystalle bei einer Temperatur von 3°—15° Celsius. Nur einzelne Krystallisationen kamen bei einer Temperatur von — 4° Celsius zustande, was ich späterhin bei den betreffenden Besprechungen anführen werde.

Zur Bestimmung der Krystalltracht sind die Krystalle, wie sie ohneweiters in der Krystallisierschale entstehen, nicht brauchbar, da sie nach der Fläche, mit der sie aufliegen, plattig ausgebildet sind. Es mußte also dafür gesorgt werden, daß sie sich schwebend in der Mutterlauge bilden. Dieses Ziel suchte ich anfangs dadurch zu erreichen, daß ich Seiden- und Wollfäden in die Krystallisiergefäße warf, in der Erwartung, daß sich ähnlich wie beim Kandiszucker etc. die Krystalle ansetzen würden. Diese Erwartung ging aber leider nur in seltenen Fällen in Erfüllung, die Krystalle setzten sich fast immer am Boden an. Deshalb war ich gezwungen, zu einem nicht nur weniger bequemen, sondern auch weniger exakten Mittel zu greifen. Ich knüpfte ganz kleine Kryställchen, die allerdings am Boden des Gefäßes entstanden waren, an Kokonfäden und hängte sie dann in der Weise in die Mutterlauge ein, daß ich das Ende des Fadens mittels Wachs an ein Korkscheibchen klebte und dieses auf der Flüssigkeit schwimmen ließ. Je kleiner diese „Krystallkeime", wie G. Wulff [1]) sie nennt, sind, desto besser; denn der Einfluß der Aufliegefläche kann um so eher ausgeheilt werden, je geringere Dimensionen der Krystall hat, weil er bei kleinen Individuen überhaupt nicht

[1]) Vergleiche: G. Wulff, Zeitschrift für Krystallographie, XXXIV, 449; Viola, Zeitschrift für Krystallographie, XXXVI, 558; O. Lehmann, Zeitschrift für Krystallographie, I, 472; Becke, Aufbau der Krystalle aus Anwachskegeln. Lotos, 1894, XIV.

Digitized by Google

hervorragend ist und weil derartige kleine Kryställchen länger in der Mutterlauge bleiben müssen, um ihre Maximalgröße zu erreichen, als größere Keime. [1])

Auf diese Weise erhielt ich, wenn auch nicht ideale, so doch brauchbare Krystalle. Hatten die Individuen eine genügende Größe erreicht, so wurden sie aus der Mutterlauge herausgenommen und mittels Filtrierpapier getrocknet. Hierauf folgte die Ermittlung der Krystalltracht. Diese ist nämlich abhängig von der Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Flächen.

Wäre nämlich die Wachstumsgeschwindigkeit nach allen Richtungen die gleiche, so wäre der resultierende Körper eine Kugel. Da aber bei Krystallen die Wachstumsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen verschieden ist, so ergeben sich als Begrenzungsflächen Ebenen, welche verschiedenen Abstand vom Mittelpunkte zeigen, und zwar nehmen jene Flächen die größte Ausdehnung an, deren Wachstumsgeschwindigkeit die relativ geringste ist, während Flächen mit großer Wachstumsgeschwindigkeit entweder untergeordnet oder gar nicht auftreten. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist aber direkt proportional dem Abstand der betreffenden Fläche vom Krystallisationszentrum, bei einfachen, schwebend gebildeten Krystallen also vom idealen Mittelpunkt des Individuums. Während des ganzen Wachstums des Krystalles bleibt das gegenseitige Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten das gleiche, vorausgesetzt, daß die äußeren Umstände sich nicht ändern und auch die Gleichgewichtsverhältnisse in der Mutterlauge dieselben bleiben. Daher kommt es, daß Krystalle ein und derselben Substanz gleiche Tracht aufweisen, ob sie nun groß oder klein sind. Ich bestimmte also durch Messen und Berechnen die tatsächlichen Zentraldistanzen der einzelnen Flächen für jeden Krystall. Da diese aber als solche zu den nötigen Vergleichen nicht geeignet sind, berechnete ich außerdem den Radius der Kugel, welche bei gleichmäßiger Wachstumsgeschwindigkeit aus dem Krystall geworden wäre (das ist die dem Krystall volumgleiche Kugel) und setzte diesen gleich eins, das heißt, ich dividierte alle Zentraldistanzen durch den gefundenen Wert. Das Volumen wurde als Quotient aus absolutem und spezifischem Gewichte berechnet, wobei ersteres durch Wägen auf einer analytischen Wage mit einer Genauigkeit auf

[1]) Zeitschrift für Krystallographie, XXXIV, 449.

Digitized by Google

Milligramme bestimmt wurde. Das spezifische Gewicht ermittelte ich mit Hilfe einer Westphalschen Wage nach der Methode der schweren Flüssigkeiten.

Da die Zentraldistanz bei zentrisch-symmetrischen Krystallen, wie die vorliegenden es sind, nichts anderes ist als der halbe Abstand von Fläche und Gegenfläche, konnte dieselbe in vielen Fällen durch direktes Messen dieser Abstände mittels einer Schubleere gefunden werden.

Das Instrument, welches ich dazu verwendete, läßt Zehntelmillimeter genau ablesen.

Flächen von allzu geringer Ausdehnung oder zu schiefer Lage konnten auf diese Weise nicht behandelt werden; in solchen Fällen wurde die Flächenbreite mittels eines Elfenbeinmaßstabes, der halbe Millimeter ablesen ließ (die Zehntel wurden geschätzt), bestimmt und dann mit Hilfe der bekannten Zentraldistanzen der Nachbarflächen und der eingeschlossenen Winkel die fragliche Zentraldistanz berechnet beziehungsweise konstruiert. Es zeigte sich nämlich wie so oft bei krystallographischen Arbeiten die graphische Methode bedeutend einfacher als die rechnende und für den vorliegenden Zweck genau genug. Da die Krystalle infolge von Konzentrationsströmungen und ähnlichen Erscheinungen nie ideal ausgebildet sind, sondern fast immer Fläche und Gegenfläche verschiedene Breite aufweisen, so nahm ich zur Berechnung deren arithmetisches Mittel.

Die Krystalle gehören dem monoklinen System an, und zwar der holoëdrischen Klasse. Der stumpfe Winkel zwischen a- und c-Achse schwankt bei den einzelnen Gliedern der Reihe zwischen 73° und 75°.

Die aus reinen Lösungen gezüchteten Individuen zeigen im allgemeinen kurz prismatischen bis tafeligen Habitus.

Dominierend treten die Flächen des Primas (110) und des basischen Pinakoides (001) auf. Auch das Klinodoma (011) und das Orthodoma ($\bar{2}01$) zeigen starke Ausbildung, während das Prisma (120) und die Pyramide ($\bar{1}11$) untergeordnet erscheinen. Bei Kupfersalzen tritt die Pyramide ($\bar{1}21$) ebenso auf wie ($\bar{1}11$), während sie bei den übrigen Gliedern nur die Breite einer Facette zeigt.

Nach dem Orthodoma ($\bar{2}01$) sind die Krystalle undeutlich spaltbar.

Digitized by Google

Um nicht durch etwaige Zufälligkeiten, welche die Krystallisation und daher die Tracht beeinflussen, irregeleitet zu werden, benutzte ich nicht bloß die Krystalle einer Mutterlauge zur Messung, sondern bereitete gewöhnlich zu verschiedenen Zeiten mehrere voneinander unabhängige Lösungen gleicher Art, welchen dann die Keime entnommen wurden und die auch ferner getrennt als Krystallisationsflüssigkeiten dienten. Es stellte sich dabei heraus, daß Temperaturunterschiede der Mutterlauge bis zu 16° C keinen Einfluß auf die Krystalle ausüben, wohl aber Konzentrationsdifferenzen und die Abkühlungsgeschwindigkeit.

Je gesättigter nämlich die Mutterlauge ist, beziehungsweise je schneller die Abkühlung erfolgt, desto stürmischer geht die Krystallisation vor sich. Die Folge ist ein unregelmäßiges Wachsen der Krystalle, Skelettbildung, Trübung durch eingeschlossene Mutterlauge und starke Abhängigkeit von der Bodenlage. Es war daher immer mein Bestreben, jenen Sättigungspunkt und jene Temperatur zu erreichen, welche ein Optimum für die tadellose Ausbildung der Krystalle darstellen.

Die Länge der Zeit, während welcher die Krystalle in der Mutterlauge belassen wurden, richtete sich von Fall zu Fall nach der Ausbildungsweise und Wachstumsgeschwindigkeit der Krystalle.

Gewöhnlich pflegte ich sie dann der Mutterlauge zu entnehmen, wann sie während einer Woche keine merkliche Vergrößerung mehr zeigten, oder wann bereits der überschüssige Bestandteil selbständig zu krystallisieren anfing.

Die rückständige Mutterlauge wurde hierauf der chemischen Analyse unterzogen, um das Verhältnis der Bestandteile zu bestimmen.

Da, wie schon bemerkt, die Krystalle trotz der schwebenden Lage infolge der Konzentrationsströmungen und anderer noch unaufgeklärter Ursachen unregelmäßig ausgebildet sind, genügt es nicht, bloß einen Krystall der Messung zu unterziehen, um die Tracht der ganzen Gruppe zu bestimmen. Es müssen mehrere Krystalle dazu verwendet werden, und zwar um so mehr, je stärker die betreffende Gruppe von äußeren Verhältnissen beeinflußt wird.

Die auf den Radius 1 bezogenen Zentraldistanzen der Krystalle einer und derselben Gruppe weichen immerhin erheblich voneinander ab. Mit Rücksicht darauf berechnete ich neben dem arithmetischen Mittel der Werte, welches den Typus bestimmt, auch noch

Digitized by Google

den mittleren Fehler, der sich aus der Abweichung der einzelnen Individuen für jede Fläche ergibt.

Im folgenden sollen die einzelnen Krystallisationen getrennt behandelt werden, und zwar erst die Kaliumsalze, dann die Ammoniumsalze der Metalle Zink, Nickel und Magnesium.

Da die Kupfersalze eine von den übrigen vollständig abweichende Beeinflussung zeigen, werde ich sie zum Schlusse der Besprechung unterziehen.

An dieser Stelle sei es mir noch gestattet, Herrn Professor Becke, Herrn Hofrat Tschermak und Herrn Hofrat Ludwig aufs innigste für die Förderung zu danken, die sie meiner Arbeit zuteil werden ließen.

Kaliumsalze.

I. Zink-Kaliumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die gesättigte Mutterlauge wurden Krystallkeime von $^3/_4$—1 *mm* Größe verwendet. Aus 4 voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich auf diese Weise zirka 50 Krystalle, die in der Mutterlauge schwebend gewachsen waren, und wählte aus ihnen zur Messung die größten und regelmäßigsten Exemplare aus. Es waren 17 Krystalle von vollkommener Farblosigkeit und Durchsichtigkeit, im Gewichte von 0·0630 *g* bis 0·3075 *g*, was einem Volumen von 0·0290 cm^3 bis 0·1365 cm^3 entspricht.

Um diese Größe zu erreichen, hatten die Krystalle 5—8 Tage gebraucht, wobei sie einer ziemlich konstanten Temperatur von 12° Celsius ausgesetzt waren. Das spezifische Gewicht betrug 2·245. Aus den Messungen mittels der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Prismenflächen (110) = m, des basischen Pinakoides (001) = c und des Orthodomas ($\bar{2}01$) = d bestimmt. Die Zentraldistanzen des Klinodomas (011) = x, des Prismas (120) = n und der sehr untergeordnet auftretenden Pyramide ($\bar{1}11$) = p konnten nur durch Messungen der Flächenbreiten bestimmt werden. Die zweite Pyramide ($\bar{1}21$) = p', das Orthopinakoid (100) = a und das Klinopinakoid (010) = b traten nicht auf, doch berechnete ich des Vergleiches mit den späteren Krystallisationen halber deren Zentraldistanzen unter der Annahme,

Digitized by Google

daß sie jene Kante eben berühren, welche sie bei tatsächlichem Auftreten abstumpfen würden.

Nach dem Vorschlage Herrn Professor Beckes sollen diese Abstände im folgenden mit dem Namen „virtuelle Zentraldistanzen" bezeichnet werden.

Die Mittelwerte aus den Messungen jener 17 Krystalle, bezogen auf den Radius r der schon früher besprochenen volumgleichen Kugel, ergeben folgende Zahlen:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·765	0·0302
m	0·830	0·0345
n	1·046	0·0687
x	1·051	0·0534
d	1·253	0·0559
*a	1·015	0·0345
*b	1·425	0·0345
p	1·240	0·0473
*p'	1·209	0·0440
r	1·000	—

Die mit Sternchen bezeichneten Flächen kommen nicht tatsächlich vor.

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 45*g* Doppelsalz und 10*g* konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Schon an den Krystallkeimen zeigten sich Trübungen, was beim Züchten aus reiner Lösung, vorausgesetzt, daß die Krystallisation nicht allzu stürmisch erfolgt, nie zu bemerken ist. Diese Trübungen nahmen beim Weiterwachsen der an Kokonfäden aufgehängten Kryställchen immer mehr zu, so daß die Individuen nicht mehr glashell, sondern undurchsichtig wurden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wuchsen sie bei weitem langsamer als die in reiner Lösung gezüchteten und zeigten größere Empfindlichkeit für Temperaturschwankungen, indem sich schon bei geringer Temperaturerhöhung, welche auf die reine Krystallisation einflußlos ist, Ätzfiguren an den sonst vollkommen glatten Flächen zeigten. Die Verzögerung des Wachstums mag zum größten Teil daher kommen, daß die mit Schwefelsäure versetzte Mutterlauge mehr hygroskopisch ist als die reine.

Digitized by Google

weshalb die Verdunstung langsamer vor sich geht. Aus 3 voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich ungefähr 40 Krystalle, aus denen ich die größten und vollkommensten, 17 an der Zahl, auswählte. Auffallend war an ihnen das fast ständige Erscheinen des Ortho- und Klinopinakoides und der Pyramide ($\bar{1}21$), welche bei einzelnen sogar als ziemlich ansehnliche Flächen auftraten.

Die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d, a, b und p' wurden mittels der Schubleere bestimmt, die der übrigen Flächen aus deren Breiten konstruiert. Das Gewicht schwankte zwischen 0·1414 und 0·1815 *g*, was einem Volumen von 0·0630 cm^3 beziehungsweise 0·0811 cm^3 entspricht. Um diese Größe zu erreichen, mußten die ca. $^3/_4$ mm^3 großen Keime 10 bis 14 Tage in der Mutterlauge belassen werden, wobei die Temperatur nahezu konstant 12° C betrug. Die Messungen ergaben folgende Zahlen:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·703	0·0360
m	0·876	0·0238
n	1·176	0·0389
x	0·960	0·0321
d	1·123	0·0685
a	1·063	0·0375
b	1·434	0·0800
p	1·106	0·0900
p'	1·210	0·0405
r	1·000	—

Vergleicht man diese Werte mit den früher angeführten, so bemerkt man eine allerdings innerhalb der Fehlergrenzen liegende Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit in der Richtung der Flächen c, x, d und p, eine Zunahme derselben jedoch in der Richtung m und n. Durch diese Zunahme erklärt es sich, daß die Flächen a, b und p' auftreten, obwohl ihre Zentraldistanzen um ein weniges größer sind als die der Krystallisation aus reiner Lösung.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Kaliumsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche nach dem Entfernen der Krystalle übriggeblieben war, ergab als Verhältnis des

Digitized by Google

Kaliumsulfates zu dem wasserfrei gerechneten Zinksulfat den Wert 45·305 *g* : 7·571 *g*, das ist in Gewichtsprozenten 85·68% : 4·32%. Auf Molekularzahlen umgerechnet stellt sich das Verhältnis auf 4914 : 887, das ist rund 5·5 : 1.

Diese Mutterlauge befand sich sehr nahe jenem Mischungsverhältnis, bei welchem das Doppelsalz gleichzeitig mit Kaliumsulfat ausfällt, also nahe dem Punkte *Q*.

Der größte Teil der zur Messung verwendeten Krystalle war am Kokonfaden selbst entstanden, ohne erst angeknüpft worden zu sein. Die Krystalle waren vollkommen durchsichtig und klar und wuchsen im Verhältnis zu der Krystallisation aus reiner Lösung sehr langsam. Die Gewichtsgrenzen der gemessenen Exemplare waren 0·031 *g* beziehungsweise 0·300 *g*, entsprechend den Volumen 0·0138 cm^3 und 0·1333 cm^3.

Um diese Größe zu erreichen, mußten sie 3 Wochen in der Mutterlauge belassen werden.

Die Temperatur stand ziemlich konstant auf 12° C. Das langsame Wachstum läßt sich wohl aus dem Mischungsverhältnisse der beiden Substanzen: Doppelsalz und Kaliumsulfat erklären. Nach der Theorie G. Wulffs (Zeitschr. f. Krystallographie, XXXIV, 449) nämlich wachsen die Krystalle durch Konzentrationsströmungen, indem von unten her stark übersättigte Lösung an den Krystall kommt, hier einen Teil der gelösten Substanz zum Aufbau des Krystalles abgibt, dadurch spezifisch leichter wird und an die Oberfläche steigt. In unserem Falle ist aber die Mutterlauge so beschaffen, daß sie nur relativ wenig Doppelsalzmoleküle enthält, aber viel Kaliumsulfat. Die aufsteigende Flüssigkeit gibt nun ganz wenig ihrer Doppelsalzsubstanz ab, wodurch das spezifische Gewicht nur um ein Minimum herabgedrückt wird; die Konzentrationsströmung verläuft daher sehr träge, was das langsame Wachsen des Krystalles zur Folge hat.

Während der Krystallisation schon zeigte sich eine auffallende Erscheinung. Die meisten Krystalle waren so an die Kokonfäden angeschossen, daß die c-Fläche ziemlich vertikal stand; nur bei wenigen hatte sie eine nahezu horizontale Lage. Bei der ersteren Gruppe nun wiesen die einzelnen Individuen einen auffallenden Unterschied zwischen rechter und linker Seite auf, indem nämlich auf der einen Seite die Fläche b auftrat, während sie auf der anderen fehlte.

Digitized by Google

Auch war das Klinodoma auf der b-freien Seite unverhältnismäßig schwächer ausgebildet als auf der anderen. Es lag daher die Vermutung nahe, daß durch den Lösungsgenossen eine sonst versteckte Hemimorphie zutage komme, weshalb ich an mehreren Exemplaren Ätzversuche auf jenen Flächen vornahm, die zur Symmetrieebene senkrecht stehen. Die Ätzfiguren, die sehr leicht und schön durch Betupfen der Fläche mit einem angefeuchteten Fließpapier entstehen, zeigten jedoch vollkommene Symmetrie. Die merkwürdige Ausbildung ist daher nur wieder nach der Wulffschen Theorie durch Konzentrationsströmung zu erklären.

Da die übersättigte Lösung immer von unten her den Krystall berührt und hier den größten Teil der Übersättigung verliert, ist die Unterseite besser ernährt als die Oberseite, was sich dadurch geltend macht, daß an der Unterseite wenige Flächen mit scharfen Kanten auftreten, während diese an der Oberseite durch Flächen abgestumpft erscheinen. Tatsächlich erwies es sich bei den besprochenen Krystallen, daß jene Seite nach abwärts gekehrt war, welche keine b-Fläche trug; außerdem wurde die Gültigkeit dieser Annahme noch dadurch bestätigt, daß diejenigen Krystalle, deren c-Flächen horizontal lagen, keinen Unterschied zwischen rechts und links, wohl aber eine allerdings nicht so auffallende Differenz von oben und unten konstatieren ließen.

Die Zahl der zur Messung verwendeten Krystalle war 32, und zwar stammten diese aus 3 voneinander unabhängigen Mutterlaugen. Wie schon erwähnt, betrug das Gewicht der Krystalle 0·031 *g* bis 0·300 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·0138 cm^3 bis 0·1333 cm^3.

Auch hier wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d, a und b mittels der Schubleere gemessen, die der Flächen n, x, p und p' aus den Breiten konstruiert. Es ergaben sich dabei folgende Werte für r = 1:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·618	0·0535
m	0·941	0·0355
n	1·228	0·1105
x	0·930	0·0850
d	1·084	0·0560
a	1·130	0·0478

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
b	1·400	0·0720
p	1·126	0·0630
p′	1·268	0·0730
r	1·000	—

Im Vergleiche mit den Krystallen aus reiner Lösung ergibt sich eine deutliche Abplattung nach der c-Fläche, die auch schon beim bloßen Ansehen auffällt und noch dadurch gehoben wird, daß sich die m-Flächen auseinanderschieben. Aus dieser Verbreiterung der Krystalle erklärt sich wieder die Tatsache, daß a und p′ auftreten, obwohl ihre Zentraldistanz größer ist als jene der Krystallisation aus reiner Lösung.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Zinksulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche zum Schluß der Krystallisation übrigblieb, wies auf ein Verhältnis von Kaliumsulfat zu wasserfreiem Zinksulfat hin, welches dem Wert $0{\cdot}942\,g : 21{\cdot}199\,g$ entspricht.

In Gewichtsprozenten ausgedrückt, stellt sich das Verhältnis auf 4·25%:95·75%, oder auf die Anzahl der Moleküle gerechnet 244:5930, das ist rund 1:234.

Diese Zusammensetzung kommt jener sehr nahe, welche durch den Punkt *P* ausgedrückt ist.

Schon die Keime zeigten bei dieser Krystallisation einen auffallenden Unterschied von allen vorhergegangenen. Viele Kryställchen waren von nur 6 Flächen begrenzt, welche alle ziemlich gleiche Größe hatten, so daß sie fast als Rhomboëder anzusprechen waren. Andere wieder zeigten zwar ebenfalls nur 6 Flächen, doch erkannte man auf den ersten Blick das Prisma m, welches aber im Gegensatze zu den übrigen in die Länge gezogen erschien, und die Endfläche c. Kamen diese Keime an Konkonfäden in die Mutterlauge, so traten die Flächen x und d auf, aber ziemlich untergeordnet, endlich erschien p als schmale Facette. a, b, n und p′ konnten an keinem Individuum beobachtet werden. Während des Wachsens zeigten auch die Krystalle

Digitized by Google

von ursprünglich rhomboëdrischem Habitus unabhängig von der Aufhängerichtung eine Streckung nach dem Prisma. Diese Erscheinung des „Nachwachsens" in einer Richtung steht zwar im Widerspruch mit der Annahme, daß das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit der Hauptflächen während des ganzen Wachstums konstant sei; doch läßt sich der Widerspruch durch folgende Überlegung entkräften: Die normale Gestalt der Krystalle dieser Mutterlauge ist die prismatische; auf die Keime aber übt die Art der Bodenlage in diesem Falle einen stärkeren Einfluß aus als sonst, so daß manche Kryställchen durch Aufliegen auf der c-Fläche verkürzt werden und daher rhomboëdrischen Habitus annehmen. In dem Augenblicke aber, als sie in der Mutterlauge in schwebender Lage wachsen, macht sich die Tendenz der Streckung dadurch geltend, daß die aufgezwungene Verkürzung „ausgeheilt" wird, was allerdings nur in seltenen Fällen so gründlich geschieht, daß sie den ursprünglich prismatischen Krystallen vollkommen ähnlich werden.

Die allgemeine Wachstumsgeschwindigkeit in dieser Mutterlauge ist noch geringer als in der vorher besprochenen. Die Krystalle hatten ein Gewicht zwischen 0·03 und 0·109 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·0133 beziehungsweise 0·0484 cm^3. Um diese Größe zu erreichen, mußten die Keime, welche eine ursprüngliche Größe von $^1/_2$ mm^3 hatten, gegen 5 Wochen in der Lösung hängen bleiben bei einer Temperatur, welche zwischen 10° und 15° C schwankte. Diese Temperaturverschiedenheit machte sich an den Krystallen selbst gar nicht bemerkbar, es traten keine Ätzfiguren auf wie bei den aus angesäuerter Lösung gezogenen. Im übrigen waren die Krystalle vollständig klar und durchsichtig, überzogen sich aber beim Herausnehmen aus der Mutterlauge mit einer dünnen undurchsichtigen Schichte von Zinksulfatkryställchen, da die sehr gesättigte und daher zähe Flüssigkeit vom Fließpapier fast gar nicht aufgenommen wird. Um diese Schicht wegzubringen, genügt das Abwischen mit einem nicht allzu feuchten Tuche. Aus drei voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich ungefähr 70 Krystalle, aus denen ich die vollkommensten, 30 an der Zahl, zur Messung verwendete. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen von c, m und d bestimmt, aus der Flächenbreite diejenige von x und p. Des Vergleiches wegen berechnete ich auch wieder die virtuellen Distanzen von a, b, n und p' und erhielt unter der Annahme $r = 1$ folgende Werte:

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·011	0·0590
m	0·696	0·0235
*n	0·970	0·0235
x	1·293	0·0460
d	1·412	0·0185
*a	0·850	0·0235
*b	1·170	0·0235
p	1·370	0·0690
*p'	1·475	0·0347
r	1·000	—

Vergleicht man diese Tabelle mit jener für Krystalle aus reiner Lösung, so fällt die Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit für die Flächen c, x, d, p und p' auf, was zur Folge hat, daß sie nur in geringer Größe beziehungsweise gar nicht auftreten. Die Flächen m, n, a und b hingegen zeigen verminderte Wachstumsgeschwindigkeit, was sich bei dem Prisma als Näherrücken der Einzelflächen geltend macht. Durch diese Annäherung ist es bedingt, dass die Flächen n, a und b trotz der geringeren Zentraldistanz nicht auftreten können.

Um die Veränderungen des Habitus in den besprochenen vier Mutterlaugen anschaulicher zu machen, als dies durch Zahlen möglich ist, zeichnete ich die Typen nach Angabe der Zentraldistanzen in parallelperspektivischer Projektion.

Da die Zentraldistanzen alle auf den Kugelradius r=1 bezogen sind, haben alle gezeichneten Krystalle gleiches Volumen, wodurch die Veränderungen noch mehr zum Ausdruck gebracht werden.

Ich wählte dabei die Aufstellung nach Fedorow, welche einer Drehung von 110° und einer Neigung von 9° 24·5' entspricht, weil in dieser Aufstellung keine der Flächen allzusehr verkürzt wird. (Tafel VI.)

II. Nickel-Kaliumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die gesättigte Mutterlauge wurden Krystallkeime von $^1/_2$—$^3/_4$ *mm*³ Größe verwendet. Ein Teil der Keime schoß an den Fäden selbst an. Aus 3 vonein-

Digitized by Google

ander unabhängigen Lösungen, von welchen zwei bei 12° C (konstant), die dritte bei ungefähr 8° C zum Krystallisieren gebracht wurden, erhielt ich zirka 60 Krystalle, von denen die 24 regelmäßigsten und größten ausgelesen und der Messung unterzogen wurden. Die verwendeten Exemplare waren vollkommen durchsichtig, smaragdgrün und sehr regelmäßig ausgebildet. Sie waren verhältnismäßig schnell gewachsen; denn ihr endliches Gewicht schwankte zwischen 0·0430 *g* und 0·1331 *g*, was einem Volumen von 0·0193 cm^3 und 0·0597 cm^3 entspricht; um diese Größe zu erreichen, waren die Keime 8 bis 12 Tage lang in der Mutterlauge. Das spezifische Gewicht betrug 2·230.

Mittels der Schubleere konnten die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d bestimmt werden, die Abstände von n und x wurden aus den Flächenbreiten auf graphischem Wege berechnet. Auf diese Weise bestimmte ich auch die virtuelle Zentraldistanz der Flächen a, b und p', welche bei keinem der Krystalle zu beobachten waren, und die der Fläche p, welche bei einzelnen Exemplaren als schmale Facette auftrat.

Die Mittelwerte aus den Zentraldistanzen jener 24 Krystalle, bezogen auf den Radius r, der volumgleichen Kugel, sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·818	0·0400
m	0·827	0·0313
n	1·127	0·0415
x	1·017	0·0053
d	1·389	0·0570
*a	1·020	0·0400
*b	1·370	0·0415
*p	1·290	0·0356
*p'	1·260	0·0183
r	1·000	—

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 44*g* Doppelsalz und 10*g* konz. Schwefelsäure enthielt.

Die Erscheinungen sind hier denen des Zinksalzes analog. Auch hier zeigte sich eine Trübung, durch eingeschlossene Mutterlauge hervorgerufen, allerdings nicht so stark wie dort. Das Wachsen

Digitized by Google

erfolgte im Vergleiche mit den aus reiner Lösung gezogenen Krystallen viel langsamer, so daß die $^3/_4$—1 mm^3 großen Keime gegen 3 Wochen in der Mutterlauge bleiben mußten, um eine mittlere Größe von 0·0390 cm^3 zu erreichen.

Schon die geringen Temperaturschwankungen, denen die Krystallisationsgefäße ausgesetzt waren, bewirkten deutliche Ätzfiguren.

Aus zwei voneinander unabhängigen Mutterlaugen, von denen die eine bei zirka 6°, die andere bei ungefähr — 4° zum Krystallisieren gebracht wurde, erhielt ich gegen 30 Krystalle, von denen 12, nämlich die größten und regelmäßigsten, zur Messung verwendet wurden. Mit der Schubleere wurden wieder die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d bestimmt, die tatsächlichen und virtuellen Distanzen der übrigen Flächen ermittelte ich auf graphischem Wege. Wie bei dem vorhergehenden Typus fehlten auch hier die Flächen a, b, p' vollständig, p war bei 2 Krystallen als eine Facette angelegt. Das spezifische Gewicht ist gleich dem früher angeführten, nämlich 2·230. Das Gewicht schwankte zwischen 0·0230 g und 0·1370 g, was einer Größe von 0·0103 cm^3 beziehungsweise 0·0615 cm^3 entspricht. Die Mittelwerte der Zentraldistanzen, auf den Radius r=1 der volumgleichen Kugel bezogen, ergaben die Zahlen:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·761	0·0390
m	0·848	0·0231
n	1·143	0·0469
x	0·984	0·0195
d	1·419	0·0800
*a	1·025	0·0231
*b	1·440	0·0469
*p	1·260	0·0310
*p'	1·310	0·0213
r	1·000	—

Im Vergleiche zu den aus reiner Lösung gezogenen Krystallen zeigt sich eine Verminderung der Zentraldistanz der Fläche c und eine Vergrößerung derjenigen von m, welche aber so weit innerhalb der Fehlergrenze liegt, daß eine typische Formveränderung dieses Salzes durch einen Zusatz von Schwefelsäure nicht zu konstatieren ist. In der Meinung, daß die Menge der zugesetzten Schwefelsäure

Digitized by Google

etwa zu gering sei, um formverändernd wirken zu können, machte ich die Versuche mit der zwei-, drei-, vier- und fünffachen Menge, ohne jedoch ein anderes Resultat zu erhalten.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Kaliumsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche nach Entfernen der Krystalle übrig blieb, ergab als Verhältnis des Kaliumsulfates zu dem wasserfrei gerechneten Nickelsulfat den Wert $0{\cdot}4873\,g : 0{\cdot}0126\,g$, das ist in Gewichtsprozenten $97{\cdot}47\% : 2{\cdot}53\%$ oder auf die Anzahl der Moleküle berechnet 5590 : 165, das ist rund 34 : 1.

Diese Mutterlauge kommt der Zusammensetzung *Q* sehr nahe. Die Keime, welche zum Anknüpfen an Kokonfäden benutzt wurden, waren sehr klein, bloß $^1/_4$—$^1/_2\,mm^3$ groß. Teilweise schossen sie an den Kokonfäden selbst an. Die ziemlich durchsichtigen Krystalle erreichten eine mittlere Größe von $0{\cdot}0211\,cm^3$, wozu sie 2 Monate in der Mutterlauge hängen mußten; das allgemeine Wachstum erwies sich also wieder außerordentlich langsam, analog den entsprechenden Zinksalzkrystallen.

Temperaturschwankungen, welche 5 Grade nicht überschritten, zeigten keinen Einfluß auf die Ausbildung der Flächen, größere Unterschiede bewirkten das Auftreten von Ätzfiguren.

Charakteristisch war auch hier wieder der starke Einfluß der Konzentrationsströmungen, welche an fast allen Krystallen eine einseitige Flächenausbildung je nach der Aufhängerichtung bewirkten. Dadurch entstanden ebenfalls anscheinend hemimorphe Krystalle; doch bewies eine Untersuchung der Ätzfiguren die Holoëdrie derselben. Aus 3 voneinander unabhängigen Mutterlaugen erhielt ich ungefähr 30 Krystalle, welche aber trotz der langen Krystallisationsdauer relativ klein und daher zu den entsprechenden Messungen unbequem waren. Da sie alle ihrer Tracht nach sehr ähnlich waren, begnügte ich mich, nur die neun größten Exemplare der Messung zu unterziehen. Ihr Gewicht schwankte zwischen $0{\cdot}0250$ und $0{\cdot}0920\,g$, was einem Volumen von $0{\cdot}0112$ und $0{\cdot}0413\,cm^3$ entspricht. Das spezifische Gewicht betrug wieder 2·230. Die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d und b wurden mit der Schubleere, die der Flächen n und x auf graphischem Wege bestimmt. Auch die virtuellen

Digitized by Google

Distanzen der niemals auftretenden Flächen a und p' wurden graphisch berechnet.

Die auf r=1 bezogenen Mittelwerte sind im folgenden zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·694	0·0344
m	0·861	0·0258
n	1·133	0·0840
x	0·978	0·0300
d	1·313	0·0760
*a	1·050	0·0258
b	1·317	0·0755
p	1·233	0·0690
*p'	1·250	0·0279
r	1·000	—

Vergleicht man diese Werte mit jenen der Krystallisation aus reiner Lösung, so ergibt sich analog dem entsprechenden Zinksalz eine Abplattung nach c durch das Auseinandertreten der Prismenflächen und durch die Annäherung der basischen Pinakoide.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Nickelsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche nach der Krystallisation übrigblieb, ergab für die beiden Bestandteile das Verhältnis: Kaliumsulfat 0·1127 *g*, Nickelsulfat 0·4268 *g*, wobei letzteres wasserfrei gerechnet wurde. In Gewichtsprozenten stellt sich das Verhältnis auf 20·89%: 79·11%, oder auf die Molekularzahl berechnet 1192 K_2SO_4 : 5111 $NiSO_4$, das ist rund 1 : 4·3. Diese Zusammensetzung kommt sehr nahe dem Punkte *P* in der Figur.

Analog der entsprechenden Zusammensetzung der Mutterlauge des Zinksalzes wiesen auch hier schon die Keime andere Form auf als die der schon besprochenen Krystallisationen, sie waren nämlich wie dort prismatisch ausgebildet. Zum Anhängen an Kokonfäden wurden Kryställchen von höchstens $^1/_4\,mm^3$ Größe benutzt, einige schossen am Faden selbst an. Die endliche Größe, welche die Individuen erreichten, war im Mittel 0·0140 cm^3. Um diese geringe Größe zu erlangen, mußten sie über 2 Monate in der Mutterlauge

Digitized by Google

hängen bei einer Temperatur, welche zwischen 8 und 12° C schwankte. Dieser geringe Unterschied machte sich nicht durch Anätzen der Flächen geltend. Die 60 Krystalle, welche ich aus 3 voneinander unabhängigen Lösungen erhielt, waren vollkommen durchsichtig und rein. Aus ihnen wählte ich die größten und regelmäßigsten, 30 an der Zahl, um sie zur Messung zu verwenden. Das spezifische Gewicht betrug 2·230, ihr absolutes Gewicht stand zwischen 0·0146 *g* und 0·0485 *g*, was einem Volumen von 0·0066 cm^3 und 0·0218 cm^3 entspricht. Analog der entsprechenden Krystallisation des Zinksalzes waren auch hier nur wenige Flächen ausgebildet, nämlich das Prisma, die Endfläche und das Klinodoma. Die Flächen a, b, p' traten niemals, n, p und d nur an wenigen Exemplaren als ganz schmale Facetten auf. Die Zentraldistanzen der Flächen m und c wurden mit der Schubleere, die der Fläche x auf graphischem Wege bestimmt. Auch die virtuellen Distanzen von a, b, d, u, p und p' wurden durch Konstruktion gefunden.

Im nachstehenden sind die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben angeführt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·110	0·0469
m	0·670	0·0199
*n	0·940	0·0199
x	1·377	0·0417
*d	1·520	0·0334
*a	0·820	0·0199
*b	1·145	0·0199
*p	1·430	0·0334
*p'	1·460	0·0443
r	1·000	—

Im Vergleiche mit den Krystallen aus neutralen Lösungen ergibt sich eine deutliche Streckung nach der krystallographischen c-Achse, welche durch Zusammenrücken der Prismenflächen und Entfernen der Endflächen bedingt ist. Außerdem ist noch die schon erwähnte spärliche Flächenausbildung auffallend.

Auch diese Typen zeichnete ich nach Maßgabe der gefundenen Zentraldistanzen in der früher beschriebenen Weise. (Tafel VI.)

Digitized by Google

III. Magnesium-Kaliumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge wurden Keime von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 Größe verwendet, einige Kryställchen schossen am Faden selbst an.

Aus 2 voneinander unabhängigen Lösungen, welche bei einer nahezu konstanten Temperatur von zirka 8° C zur Krystallisation gebracht wurden, erhielt ich ungefähr 50 Krystalle; aus ihnen wählte ich die größten und regelmäßigsten, 20 an der Zahl, zur Messung aus. Die Individuen waren vollkommen klar und durchsichtig und hatten eine mittlere Größe von 0·0320 cm^3. Um diese zu erreichen, mußten sie 8—10 Tage in der Mutterlauge bleiben. Das spezifische Gewicht betrug 2·029.

An allen Krystallen zeigte sich das charakteristische starke Auftreten der Fläche a, was auch von Tutton in der früher zitierten Arbeit bemerkt wird.

Mit der Schubleere konnten die Zentraldistanzen der Flächen c, m, a, b und d bestimmt werden, jene von p wurde auf graphischem Wege ermittelt, ebenso wie der virtuelle Abstand von n, welche Fläche nur an einem einzigen Krystall ausgebildet war.

Das Gewicht der einzelnen Individuen schwankte zwischen 0·0360 g und 0·0960 g, das entspricht einem Volumen von 0·0178 cm^3 bzw. 0·0474 cm^3. Die Mittelwerte der Zentraldistanzen, auf $r = 1$ bezogen, ergaben folgende Zahlen:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·808	0·0436
m	0·817	0·0313
*n	1·125	0·0430
x	1·074	0·0456
d	1·250	0·0599
a	0·819	0·0405
b	1·352	0·0430
p	1·290	0·0375
r	1·000	—

Digitized by Google

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 41 *g* Doppelsalz und 10 *g* konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Die Trübung der Krystalle, welche schon in den beiden behandelten Salzen bei Zucht aus saurer Lösung zu konstatieren war, machte sich auch hier bemerkbar.

Zum Einhängen in die Mutterlauge wurden Keime von $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm^3 Ausdehnung verwendet, welche eine mittlere Größe von 0·026 cm^3 erreichten.

Die Zeit, während welcher sie in der Mutterlauge hingen, betrug ungefähr 2 Wochen, bei einer Temperatur, welche nahezu konstant bei 8° C stand. Dabei waren aber die übrigen Verhältnisse anders als in den früheren Fällen. Es zeigte sich nämlich die Lösung gegen Luftfeuchtigkeit äußerst empfindlich, so daß während eines Regentages, an dem naturgemäß auch der Krystallisierraum größere Feuchtigkeit besaß als sonst, Krystalle von der Größe einer kleinen Erbse vollständig aufgelöst wurden. Um die Mutterlauge wenigstens von diesem Einfluß unabhängig zu machen, stellte ich die Krystallisiergefäße samt einer Schale mit konzentrierter Schwefelsäure unter einen luftdicht auf einer Glasplatte aufsitzenden Glassturz.

Dadurch wuchsen die Krystalle in einem nahezu absolut trockenen Raum, denn der Wasserdampf, der durch Verdunsten der Mutterlauge entstand, wurde sogleich von der in der Schale befindlichen Schwefelsäure absorbiert. Temperaturunterschiede von 2° machten sich bereits durch ansehnliche Ätzfiguren geltend.

Auf diese Weise erhielt ich aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen ungefähr 30 Krystalle, aus denen ich die 12 größten und vollkommensten zur Messung auswählte. Ihr Gewicht stand zwischen 0·0510 *g* und 0·1570 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·0251 cm^3 beziehungsweise 0·0773 cm^3. Das spezifische Gewicht betrug 2·029.

Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d, a und b bestimmt, der Abstand von p und die virtuelle Distanz von n wurden konstruktiv ermittelt.

Die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Zentraldistanzen ergaben folgende Resultate:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·862	0·0694
m	0·889	0·0393
*n	1·180	0·0393

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
x	1·021	0·0387
d	0·989	0·0484
a	0·796	0·0680
b	1·386	0·0508
p	0·994	0·0581
r	1·000	—

Aus dem Vergleich mit der Krystallisation aus reiner Lösung ergibt sich eine Zunahme der Zentraldistanzen für c und m.

Doch scheint diese, wie aus dem relativ großen mittleren Fehler zu entnehmen ist, nicht so sehr vom Lösungsgenossen, sondern von anderen, noch unaufgeklärten Umständen abzuhängen.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Kaliumsulfat gezogen sind.

Die zu dieser Krystallisation verwendete Mutterlauge wurde in gleicher Weise hergestellt, wie die analoge des Zink- und Nickelsalzes; es wurde nämlich in eine ziemlich große Quantität von Kaliumsulfatlösung nur wenig Magnesiumsulfatlösung eingegossen und die Mutterlauge solange von den entstandenen Kaliumsulfatkrystallen abgegossen, bis endlich das Doppelsalz ausfiel.

Die wie gewöhnlich behandelten Keime wuchsen in nicht allzu langer Zeit zu meßbaren Krystallen heran, bei einer Temperatur, welche nahezu konstant 15° C betrug. Während sich jedoch bei den früher behandelten Salzen schon beim bloßen Ansehen ein Unterschied zwischen den aus reiner Lösung und aus dem Kaliumsulfatüberschuß ausgefallenen Krystallen konstatieren ließ, war diese Erscheinung bei den Magnesiumsalzen nicht zu bemerken. Auch die Resultate der Messungen zeigten eine auffallende Übereinstimmung mit den Werten, welche die Krystalle aus reiner Lösung ergaben, was aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·8022	0·0325
m	0·8374	0·0247
*n	1·1700	0·0247
x	1·0830	0·0296
d	1·2450	0·0375

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
a	0·7900	0·0531
b	1·4500	0·0247
p	1·2810	0·0110
r	1·0000	—

Erst die chemische Analyse der Mutterlauge brachte einiges Licht in diese auffallende Erscheinung.

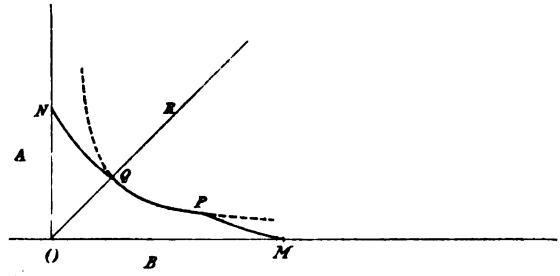
Es ergab sich nämlich als Verhältnis der wasserfrei gerechneten Bestandteile der Ausdruck:

$$MgSO_4 : K_2SO_4 = 0{\cdot}1127\,g : 0{\cdot}1570\,g$$

oder in Gewichtsprozenten 41·77% : 58·23%.

Rechnet man diese Werte in Molekularzahlen um, so erhält man das überraschende Resultat, daß sich die molekularen Mengen

Fig. 2.



der Bestandteile wie 1:1 verhalten, das heißt, daß die Mutterlauge genau dasselbe Verhältnis der beiden Sulfate aufweist wie das Doppelsalz selbst. Es befand sich also in der Mutterlauge gar kein Überschuß von Kaliumsulfat, weswegen sich naturgemäß auch keine Abweichung der Krystalltracht zeigte.

Will man diese Verhältnisse graphisch darstellen, so hat man den Punkt Q auf der unter 45° gegen die Abszissenachse geneigten Geraden OR aufzutragen, welche die Zusammensetzung des reinen Doppelsalzes repräsentiert.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Magnesiumsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche nach dem Entfernen der Krystalle übrig blieb, ergab das Verhältnis von Kalium-

Digitized by Google

sulfat zu Magnesiumsulfat gleich 0·0874 *g* zu 0·4839 *g*, wobei Magnesiumsulfat wasserfrei gerechnet ist. Auf Gewichtsprozente umgerechnet, stellen sich die Werte auf 15·29% K_2SO_4 und 84·71% $MgSO_4$, oder in Molekularzahlen ausgedrückt 878 und 7034, das ist rund 1 : 8.

Auch diese Zusammensetzung fällt nahezu mit dem Punkte *P* der Figur zusammen.

Wie bei den früher behandelten analogen Krystallisationen des Zink- und Nickelsalzes wiesen auch hier schon die Keime eine andere als die gewöhnliche Form auf, indem sie nach der krystallographischen c-Achse gestreckt erschienen.

Zum Anhängen an Kokonfäden wurden Kryställchen von $^1/_2$ bis $^3/_4$ *mm*³ Größe verwendet, welche 2 Monate in der Mutterlauge belassen werden mußten, um eine mittlere Größe von 0·0340 *cm*³ zu erreichen.

Dabei waren sie einer Temperatur zwischen 7 und 12° C ausgesetzt, ein Intervall, welches sich noch nicht durch Hervorbringen von Ätzfiguren geltend machte.

Die Krystalle zeichneten sich durch vollkommene Klarheit und Durchsichtigkeit aus und ließen wie das analoge Zink- und Nickelsalz eine geringe Flächenausbildung bemerken.

Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 35 Krystalle, welche aber durchschnittlich ziemlich klein und daher zur Messung unbequem waren. Da aber alle den gleichen Habitus aufwiesen, begnügte ich mich, die 10 größten Krystalle der Messung zu unterziehen.

Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·0350 *g* und 0·0750 *g*, was einem Volumen von 0·0173 *cm*³ beziehungsweise 0·0370 *cm*³ entspricht. Das spezifische Gewicht betrug 2·029.

Zur Bestimmung der Zentraldistanzen der Flächen c, m und d wurde die Schubleere verwendet, die Zentraldistanz der Fläche x und die virtuellen Abstände von n, a, b und p wurden auf konstruktivem Wege gefunden.

Im nachstehenden sind die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben angegeben:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·960	0·0335
m	0·727	0·0110
*n	1·040	0·0110

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
x	1·221	0·0290
d	1·402	0·0290
*a	0·890	0·0110
*b	1·265	0·0110
*p	1·355	0·0222
r	1·000	—

Der relativ geringe mittlere Fehler der Zentraldistanzen für alle Flächen weist darauf hin, daß der Habitus dieser Krystalle sehr präzisiert ist, das heißt, daß bei den einzelnen Individuen nur geringe Schwankungen im gegenseitigen Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten auftreten.

Im übrigen entsprechen diese Krystalle ihrer Tracht nach, wie schon bemerkt, den betreffenden Krystallisationen der Zink- und Nickelsalze, indem auch hier das charakteristische Zusammenrücken der Prismenflächen, verbunden mit dem Entfernen der Endflächen, die Streckung nach der krystallographischen c-Achse bedingt. (Figuren Tafel VI.)

Ammoniumsalze.

I. Zink-Ammoniumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge wurden Keime von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 Größe verwendet. Einige Kryställchen schossen am Faden selbst an. Aus 3 voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich ungefähr 40 Krystalle, aus denen ich die 15 größten und vollkommensten zur Messung auswählte. Diese waren wasserhell und ohne jede Trübung und hatten eine mittlere Größe von 0·0300 cm^3. Um diese zu erreichen, waren sie 12 bis 14 Tage lang in der Mutterlauge geblieben bei einer nahezu konstanten Temperatur von 10° C. Das spezifische Gewicht betrug 1·905.

Die gemessenen Krystalle hatten ein Gewicht, welches zwischen 0·0300 g und 0·0820 g schwankte, das entspricht einem Volumen von 0·0158 cm^3 beziehungsweise 0·0431 cm^3. Die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d wurden mit der Schubleere, jene der Flächen x und p auf graphischem Wege ermittelt. Auch die virtuellen Zentraldistanzen der Flächen n, a und b (letztere trat ein einziges Mal als

Digitized by Google

Facette auf) wurden durch Konstruktion bestimmt. Für die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Zentraldistanzen ergaben sich folgende Werte:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·768	0·0274
m	0·865	0·0365
*n	1·220	0·0365
x	0·912	0·0367
d	1·257	0·0623
*a	1·050	0·0365
*b	1·475	0·0365
p	1·254	0·0197
r	1·000	—

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 40*g* Doppelsalz und 10*g* konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Die zum Anknüpfen an Kokonfäden verwendeten Krystallkeime hatten eine Größe von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3. Wie bei den sauren Lösungen der Kalisalze wuchsen auch hier die Krystalle viel langsamer als die in reiner Lösung. Um eine Größe von ungefähr 0·0320 cm^3 zu erreichen, mußten diese Keime über 4 Wochen in der Mutterlauge bleiben. Die Temperatur schwankte dabei bei zwei Krystallisationen zwischen 6 und 10° C, ein Unterschied, der bereits ziemlich tiefe Ätzfiguren an den sonst glatten Flächen bedingte. Die 3. Krystallisation erfolgte innerhalb fünf Tagen bei — 4° C. Die Krystalle waren alle durchsichtig, nur die Fläche d beziehungsweise der sie bildende Anwachskegel zeigte eine Trübung. Das spezifische Gewicht betrug 1·905. Aus drei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 35 Krystalle, von denen ich die größten und regelmäßigsten, 14 an der Zahl, der Messung unterzog. Das Gewicht derselben stand zwischen 0·0410*g* und 0·0830*g*, was einem Volumen von 0·0216 cm^3 beziehungsweise 0·0436 cm^3 entspricht. Die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d wurden mit der Schubleere bestimmt, die tatsächlichen der Flächen x und p sowie die virtuellen Distanzen von n, a und b wurden auf graphischem Wege ermittelt. Die auf den Radius r = 1 bezogenen Werte derselben sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·751	0·0427
m	0·874	0·0335
*n	1·250	0·0335
x	0·819	0·0285
d	1·305	0·0519
*a	1·060	0·0335
*b	1·520	0·0335
p	1·202	0·1085
r	1·000	—

Vergleicht man diese Zahlen mit denen der vorhergehenden Tabelle, so bemerkt man, daß die Unterschiede derselben noch innerhalb der beiderseitigen Fehlergrenze liegen. Es ist also eine Beeinflussung des Habitus durch einen Zusatz von Schwefelsäure zur Mutterlauge nicht zu konstatieren. Auch Krystallisationen mit der drei-, vier- und fünffachen Menge von Schwefelsäure zeigten keine veränderten Formen.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Ammoniumsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der nach dem Entfernen der Krystalle übriggebliebenen Mutterlauge ergab als Verhältnis der beiden wasserfrei gerechneten Bestandteile den Ausdruck: Ammoniumsulfat : Zinksulfat $= 1{\cdot}3813\,g : 0{\cdot}01656\,g$. In Gewichtsprozenten ausgedrückt stellt sich das Verhältnis derselben auf 98·82 : 1·18, oder auf die Anzahl der Moleküle berechnet 748 : 7·31, das ist rund 102 : 1. Diese Zusammensetzung kommt derjenigen sehr nahe, welche durch den Punkt *Q* der Figur ausgedrückt ist. Zum Anknüpfen an Kokonfäden wurden Kryställchen von höchstens $^1/_2\,mm^3$ Größe verwendet; doch schossen viele Keime an den eingehängten Fäden selbst an. Sie zeigten eine eigentümliche flache Gestalt und nicht den rhombischen Umriß wie die aus reiner und saurer Lösung, sondern waren durch Flächen begrenzt, die rechte Winkel miteinander bildeten. Beim Weiterwachsen prägte sich dieser Charakter immer deutlicher aus. Übrigens wuchsen die Kryställchen außerordentlich langsam. Ungefähr drei Monate hingen sie in der Mutterlauge und erreichten dabei nur die relativ geringe mittlere Größe von $0{\cdot}009\,cm^3$. Die Temperatur schwankte während dieser Zeit ziemlich stark, von 0° bis

Digitized by Google

10° C, doch machte sich dieses Intervall fast gar nicht bemerkbar. Nur bei allzuraschem Steigen der Temperatur zeigten sich seichte Ätzgruben auf den Flächen. Die Krystalle waren niemals rein, sondern hatten Mutterlauge eingeschlossen, und zwar soviel, daß dadurch das spezifische Gewicht auf 1·856 herabgedrückt wurde. Die Krystalle hatten ein von allen anderen so abweichendes Aussehen, daß ich anfangs dachte, es habe sich ein anderes Salz gebildet. Da ich aber in der mir zugänglichen chemischen Literatur nirgends eine entsprechende Angabe fand, entschloß ich mich, vorläufig die krystallographischen Eigenschaften des scheinbar neuen Salzes festzusetzen, die chemische Analyse aber erst dann in Angriff zu nehmen, wann ich durch besonders sorgfältige Zucht reines Material zur Verfügung hätte. Ich nahm also vor allem die goniometrischen Messungen vor. Dabei überraschte es mich, Winkelgrößen zu erhalten, die mit den mir von den übrigen Salzen her geläufigen Werten übereinstimmten.

Nach Anfertigen einer winkelgemäßen stereographischen Projektion erkannte ich, daß das scheinbar neue Salz in allen Flächen beziehungsweise deren Winkeln mit dem aus reiner Lösung gezogenen identisch war und daß nur die merkwürdige Ausbildung der Flächen eine so hervorragende Formveränderung bedingte.

Die Abplattung der Krystalle rührte nämlich von einem Zusammenrücken der Orthodomenflächen her, der rektanguläre Umriß aber wurde durch das Auftreten der Klinopinakoide und durch die Kante zwischen Endfläche und Orthodoma gebildet.

Aus drei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 35 Krystalle, aus denen ich die sechzehn größten und regelmäßigsten zur Messung auswählte. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·0090 und 0·0330 *g*, was einem Volumen von 0·0049 beziehungsweise 0·0178 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere konnten nur die Zentraldistanzen der Flächen c, d und b bestimmt werden, die übrigen wurden auf konstruktivem Wege ermittelt.

Die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Zentraldistanzen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·920	0·0479
m	1·476	0·1040
*n	1·662	0·1000

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
x	1·192	0·0970
d	0·451	0·0260
*a	1·150	0·0370
b	1·397	0·0595
p	1·003	0·0495
r	1·000	—

Wie aus dem großen Wert des mittleren Fehlers für die Flächen m und x hervorgeht, ist das Verhältnis der Zentraldistanzen derselben nicht sehr konstant, woraus zu schließen ist, daß ihre Wachstumsgeschwindigkeit von verschiedenen äußeren Umständen abhängt, deren Zutreffen auf die Wachstumsgeschwindigkeit der anderen Flächen keinen Einfluß hat.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Zinksulfat gezogen wurden.

Die chemische Analyse der nach dem Entfernen der Krystalle übriggebliebenen Mutterlauge ergab als Verhältnis der beiden Bestandteile den Ausdruck: $ZnSO_4 : (NH_4)_2SO_4 = 0{\cdot}8670\,g : 0{\cdot}1138\,g$, das ist in Gewichtsprozenten ausgedrückt 88·4% : 11·6%, wobei beide Salze wasserfrei gerechnet sind. Auf die Anzahl der Moleküle berechnet, stellt sich das Verhältnis auf 5475 : 877, das ist rund 6·3 : 1. Diese Zusammensetzung ist nicht sehr verschieden von jener, welche durch den Punkt *P* bezeichnet ist. Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge wurden Keime von $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm^3 Größe verwendet. Die Kryställchen wuchsen ziemlich langsam; zur Erreichung einer mittleren Größe von ungefähr 0·0150 cm^3 mußten sie über einen Monat in der Mutterlauge hängen, wobei sie einer nahezu konstanten Temperatur von etwa 10° C ausgesetzt waren. Aus zwei voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich ungefähr 35 Krystalle, aus denen ich 15 Stück, nämlich die größten und regelmäßigsten, zur Messung verwendete. Sie waren fast ganz durchsichtig und wiesen nur spärliche Trübungen durch eingeschlossene Mutterlauge auf.

Das spezifische Gewicht betrug 1·905. Das absolute Gewicht schwankte zwischen 0·0185 *g* und 0·0430 *g*, was einem Volumen von 0·0097 cm^3 beziehungsweise 0·0226 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere konnten die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d gemessen

Digitized by Google

werden; die tatsächlichen Zentraldistanzen der Flächen n und x und die virtuellen der Flächen a, b und p wurden konstruktiv bestimmt.

Die Mittelwerte derselben, auf den Radius der volumgleichen Kugel bezogen, ergaben die Zahlen:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·793	0·0390
m	0·848	0·0303
n	1·180	0·0303
x	0·924	0·0245
d	1·279	0·0485
*a	1·035	0·0303
*b	1·440	0·0303
*p	1·290	0·0346
r	1·000	—

Vergleicht man diese Werte mit denen, welche sich bei der Krystallisation aus reiner Lösung ergeben, so bemerkt man, daß die Unterschiede sehr gering sind und noch innerhalb der Fehlergrenze liegen. Ein merkbarer Einfluß des Überschusses von Zinksulfat auf die Formenausbildung läßt sich also nicht konstatieren. An einem einzigen Krystall trat eine rückwärtige Pyramidenfläche auf, welche in keinem der mir zugänglichen Werke, die über dieses Doppelsalz handeln, erwähnt ist. Ich führe daher das Resultat der Messung im nachstehenden an:

$$\measuredangle d z = 18^0\ 13{\cdot}5'.$$

Da die Fläche ferner in der Zone p x liegt und sich aus der Messung ihre Lage in der Zone d b ergibt, so folgt als Zeichen derselben: $z = (\bar{2}\bar{1}1)$.

Aus der Zeichnung, welche unter den gleichen Bedingungen angefertigt ist wie die übrigen, ist die auffallende Veränderung ersichtlich, welche die Krystalle erleiden, die im Überschusse von Ammoniumsulfat gezogen sind. (Tafel VII.)

II. Nickel-Ammoniumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge wurden Keime von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 Größe verwendet. Um bis un-

Digitized by Google

gefähr 0·052 cm^3 zu wachsen, mußten sie 8—10 Tage in der Lösung hängen bei einer Temperatur, welche zwischen 10 und 12° C schwankte.

Die Krystalle waren vollkommen durchsichtig und von smaragdgrüner Farbe. Das spezifische Gewicht betrug 1·904.

Aus drei voneinander unabhängigen Krystallisationen erhielt ich ungefähr 50 Individuen, aus welchen ich die größten und regelmäßigsten, 12 an der Zahl, zur Messung auswählte. Ihr absolutes Gewicht schwankte zwischen 0·0500 g und 0·1800 g, was einem Volumen von 0·0263 cm^3 beziehungsweise 0·0945 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d bestimmt, die tatsächlichen Zentralabstände der Flächen n, x, p und p_v und die virtuellen von a, b und p' wurden durch Konstruktion ermittelt.

Die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·799	0·0430
m	0·810	0·0340
n	1·063	0·0445
x	0·991	0·0311
d	1·322	0·0415
*a	0·995	0·0340
*b	1·390	0·0340
p	1·260	0·0730
*p'	1·230	0·0325
p_v	1·020	0·0385
r	1·000	—

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 40 g Doppelsalz und 10 g konzentrierter Schwefelsäure enthielt.

Die zum Anhängen an Kokonfäden verwendeten Keime hatten eine Größe von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 und mußten über 3 Wochen in der Mutterlauge bleiben, um ein mittleres Volumen von 0·0450 cm^3 zu erreichen. Die Temperatur betrug dabei 10—12° C, ein Intervall, welches sich noch nicht durch das Auftreten von Ätzfiguren bemerkbar machte. Die Krystalle waren durchsichtig und zeigten nur an manchen Stellen schwache Trübungen. Ihr spezifisches Gewicht betrug 1·904.

Digitized by Google

Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 30 Krystalle, aus denen 12 Stück, nämlich die größten und regelmäßigsten, zur Messung ausgewählt wurden. Ihr absolutes Gewicht stand zwischen 0·0260 *g* und 0·1760 *g*, was einem Volumen von 0·0137 cm^3 beziehungsweise 0·0924 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere wurden wieder die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d bestimmt, die der Flächen n, x und p wurden auf graphischem Wege berechnet. Auch die virtuellen Abstände von a, b, p' und p_v wurden konstruktiv ermittelt. Die Werte, welche sich aus diesen Messungen ergaben, sind, auf den Radius r = 1 bezogen, in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·765	0·0395
m	0·863	0·0270
n	1·180	0·0500
x	0·913	0·0260
d	1·346	0·1095
*a	1·050	0·0270
*b	1·420	0·0500
p	1·275	0·0401
*p'	1·200	0·0265
*p_v	1·020	0·0332
r	1·000	—

Auch diese Zahlen stimmen mit denen, welche sich bei der Krystallisation aus reiner Lösung ergaben, soweit überein, daß die Abweichungen noch innerhalb der Fehlergrenze liegen, analog der Erscheinung bei dem Zinksalze.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Ammoniumsulfat gezogen wurden.

Die chemische Analyse der Mutterlauge, welche nach der Krystallisation übrigblieb, ergab folgendes Verhältnis der beiden Bestandteile: $NiSO_4 : (NH_4)_2SO_4 = 0{\cdot}0091\,g : 0{\cdot}9694\,g$, das gibt auf Gewichtsprozente berechnet 0·93 : 99·07, oder in der Anzahl der Moleküle ausgedrückt 6 : 750, das ist 1 : 125. Dabei sind beide Sulfate wasserfrei gerechnet. Diese Zusammensetzung kommt jener sehr nahe, welche durch den Punkt *Q* bezeichnet wird.

Digitized by Google

Zum Anknüpfen an Kokonfäden wurden Keime von $^1/_2$ mm^3 Größe verwendet, viele aber schossen am Faden selbst an. Ähnlich der analogen Krystallisation des Zinksalzes zeigten auch diese Keime flache Form. Sie wuchsen außerordentlich langsam. Um eine Größe von ungefähr 0·0145 cm^3 zu erreichen, mußten sie gegen 3 Monate in der Mutterlauge bleiben, wobei die Temperatur ziemlich argen Schwankungen unterworfen war, sie betrug nämlich 6—12° C. Diese starken Unterschiede machten sich durch das Auftreten von nicht besonders tiefen Ätzfiguren geltend. Die Krystalle waren nicht ganz durchsichtig, besonders an den b-Flächen waren Einschlüsse von Mutterlauge durch auffallende Trübung bemerkbar. Das spezifische Gewicht wurde aber noch nicht dadurch irritiert, sondern betrug wie bei dem aus reiner Lösung gezüchteten Salz 1·904.

Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 40 Krystalle, aus denen ich die 18 größten und regelmäßigsten zur Messung auswählte. Ihr Gewicht stand zwischen 0·0210 g und 0·0450 g, was einem Volumen von 0·0110 cm^3 beziehungsweise 0·0236 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere konnten die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d, a und b bestimmt werden, die der Flächen x, p und p_v wurden durch Konstruktion gefunden, ebenso wie die virtuellen Distanzen der Flächen n und p'. Im folgenden sind die auf $r = 1$ bezogenen Resultate der Messungen angegeben:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·704	0·0281
m	1·099	0·0280
*n	1·340	0·0375
x	1·017	0·0297
d	0·680	0·0295
a	1·231	0·1287
b	1·369	0·0470
p	1·380	0·0280
*p'	1·420	0·0288
p_v	1·110	0·0415
r	1·000	—

Vergleicht man diese Werte mit denen, welche die Krystallisation aus reiner Mutterlauge ergibt, so läßt sich eine starke Abnahme der Zentraldistanz von c und d konstatieren, was mit einem Zu-

Digitized by Google

sammenrücken dieser Flächen identisch ist. Hingegen treten die Flächen m und x auseinander. Durch das Auftreten von a und b erhält der Krystall einen rektangulären Umriß, ähnlich der analogen Krystallisation des Zinksalzes.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Nickelsulfat gezogen wurden.

Die chemische Analyse der rückständigen Mutterlauge wies auf eine Zusammensetzung hin, welche dem Verhältnis $NiSO_4 : (NH_4)_2SO_4 = 1{\cdot}6963\,g : 0{\cdot}2668\,g$ entspricht, wobei beide Salze wasserfrei gerechnet sind. In Gewichtsprozenten ausgedrückt ergibt sich der Wert 86·41% : 13·49% oder in Molekularzahlen umgerechnet 5584 : 1020, d. i. rund 5·5 : 1. Diese Zusammensetzung kommt der mit dem Punkt P bezeichneten sehr nahe. Zum Anhängen an Kokonfäden wurden Keime von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 Größe verwendet, welche bei einer Temperatur von 6—10° C in ungefähr 2 Monaten ein Volumen von 0·020 cm^3 erreichten. Das Wachstum ist also auch im Vergleich zur Krystallisation aus reiner Lösung sehr langsam. Ätzfiguren konnten nicht bemerkt werden. Die Krystalle waren durchsichtig und hatten das spezifische Gewicht 1·904. Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 40 Krystalle, aus denen ich die 14 größten und vollkommensten zur Messung auswählte. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·0135 g und 0·0485 g, das entspricht einem Volumen von 0·0079 beziehungsweise 0·0255 cm^3. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d bestimmt, jene von x wurde durch Konstruktion ermittelt. Auch die virtuellen Zentraldistanzen von a, b, p, p′ und p_v wurden auf graphischem Wege berechnet. Im nachstehenden sind die aus den Messungen resultierenden Werte, auf den Radius der volumgleichen Kugel bezogen, angeführt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·795	0·0620
m	0·821	0·0357
*n	1·160	0·0357
x	1·082	0·0325
d	1·456	0·1500
*a	1·000	0·0357
*b	1·400	0·0357

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
*p	1·270	0·0488
*p′	1·310	0·0341
*p_v	1·030	0·0488
r	1·000	—

Vergleicht man diese Zahlen mit den für die Krystallisation aus reiner Lösung erhaltenen, so bemerkt man eine auffallende Flächenarmut. c und m sind die am stärksten ausgebildeten Flächen, x und d treten ziemlich klein, die übrigen Flächen überhaupt nicht auf.

Die Figuren geben ein Bild von den Veränderungen, welche das Nickel-Ammoniumsulfat durch Lösungsgenossen erfährt. Die Krystalle sind unter den gleichen Annahmen wie die vorhergehenden gezeichnet (Tafel VII).

III. Magnesium-Ammoniumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Die zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge verwendeten Keime hatten eine Größe von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3. Sie wuchsen in 8—10 Tagen bei einer nahezu konstanten Temperatur von 12° C zur mittleren Größe von 0·0390 cm^3 heran und blieben dabei vollkommen rein und durchsichtig. Das spezifische Gewicht betrug 1·720. Aus drei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 50 Krystalle, von denen ich die größten und vollkommensten, 16 an der Zahl, zur Messung benutzte. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·050 g und 0·094 g, was einem Volumen von 0·0291 cm^3 beziehungsweise 0·0547 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m und d, durch Konstruktion jene von x und p bestimmt. Auch die virtuellen Zentraldistanzen von n, a, b und p_v wurden konstruktiv ermittelt. Von allen Krystallen zeigten nur zwei die Fläche p_v und einer die Fläche b. Die auf r = 1 bezogenen Werte dieser Messungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·956	0·0420
m	0·767	0·0285
*n	1·040	0·0285
x	0·980	0·0415

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
d	1·091	0·0555
*a	0·915	0·0285
b	1·286	0·0285
p	1·273	0·0710
p_v	1·082	0·0250
r	1·000	—

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 36 *g* Doppelsalz und 10 *g* konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Die Keime, welche zum Anknüpfen an Kokonfäden benutzt wurden, hatten eine Größe von $^1/_2$—$^3/_4$ *mm*³. Da die Lösung sehr hygroskopisch war, mußten die Krystallisiergefäße mit einer Schale voll konzentrierter Schwefelsäure unter eine dicht auf der Unterlage aufsitzende Glasglocke gestellt werden. Hier wuchsen sie bei einer nahezu konstanten Temperatur von 12° C in 3 Wochen auf ein Volumen von 0·0740 *cm*³. Die Krystalle waren von eingeschlossener Mutterlauge ziemlich trübe, hatten aber glatte Flächen. Das spezifische Gewicht wurde durch die Einschlüsse noch nicht irritiert, sondern betrug 1·720. Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 30 Krystalle, von denen ich die 12 größten und vollkommensten zur Messung benutzte. Ihr Gewicht stand zwischen 0·028 *g* und 0·265 *g*, was einem Volumen von 0·01629 *cm*³ bezüglich 0·1541 *cm*³ entspricht. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m, d, b und p bestimmt, diejenigen von x und p_v wurden ebenso wie die virtuellen Abstände von n und a konstruktiv berechnet. Die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·880	0·0570
m	0·835	0·0190
*n	1·117	0·0785
x	0·951	0·0415
d	1·086	0·0755
*a	1·020	0·0190
b	1·271	0·0785
p	1·174	0·0475
p_v	1·038	0·0180
r	0·100	—

Digitized by Google

Wenn man diese Werte mit jenen vergleicht, welche bei der Krystallisation aus reiner Lösung erhalten wurden, so bemerkt man, daß auch hier die Abweichungen der Zentraldistanzen noch innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Es ist also keine Veränderung der Krystalltracht zu bemerken.

C. Krystalle, welche im Überschuß von Ammoniumsulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der rückständigen Mutterlauge ergab eine Zusammensetzung, in welcher Magnesiumsulfat zu Ammoniumsulfat sich verhalten wie 0·01557 : 1·54690. Dabei sind beide Bestandteile wasserfrei gerechnet. In Gewichtsprozenten ausgedrückt, stellt sich dieses Verhältnis auf 1% zu 99%, oder auf Molekularzahlen umgerechnet

93 : 7438, das ist rund 1 : 90.

Diese Zusammensetzung kommt jener sehr nahe, welche durch den Punkt Q ausgedrückt wird. Die ziemlich plattig ausgebildeten Keime, welche zum Anhängen an Kokonfäden benutzt wurden, hatten eine Größe von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3. Viele Kryställchen schossen am Faden selbst an. Um eine mittlere Größe von 0·0266 cm^3 zu erreichen, mußten sie bei einer Temperatur, welche zwischen 8 und 12° C schwankte, gegen 2 Monate in der Mutterlauge hängen. Ätzfiguren wurden durch dieses Temperaturintervall noch nicht hervorgebracht. Die entstandenen Krystalle waren etwas trübe, ohne jedoch ein geringeres spezifisches Gewicht zu haben als die aus reiner Lösung gezogenen. Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 35 Krystalle, von denen ich 10, nämlich die größten und vollkommensten, zur Messung auswählte. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·040 g und 0·053 g, was einem Volumen von 0·0233 cm^3 beziehungsweise 0·0304 cm^3 entspricht. Die Krystalle zeichneten sich durch großen Flächenreichtum aus und wiesen eine Fläche auf, die bei den übrigen Krystallisationen nie auftrat und auch von Murmann und Rotter nicht angegeben wird. Es ist dies das Prisma $q = (210)$, welches mit dem Prisma (110) den Winkel 15° 16′ einschließt, ein Resultat, welches sich aus 10 Messungen mit einem Horizontalgoniometer ergab. Mit der Schubleere konnten die Zentraldistanzen der Flächen c, d, a, b und x ermittelt werden; die Zentraldistanzen von n, m, q, p und p_v wurden graphisch berechnet.

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·746	0·0414
m	1·060	0·0385
n	1·192	0·0798
x	0·911	0·0605
d	0·875	0·0512
a	0·945	0·0635
b	1·124	0·0437
p	1·226	0·0321
p_v	1·006	0·0761
q	1·015	0·0363
r	1·000	—

Vergleicht man diese Tabelle mit jener, welche die Zentraldistanzen der Krystalle aus reiner Lösung angibt, so bemerkt man eine deutliche Abnahme der Werte für c und d, eine Zunahme aber für m und n. Es ist also auch hier, wie bei den analogen Krystallisationen des Zink- und Nickelsalzes, ein charakteristisches Annähern und daher Vergrößern der Flächen c und d zu bemerken.

D. Krystalle, welche im Überschuß von Magnesiumsulfat gezogen sind.

Aus der chemischen Analyse, welche mit der rückständigen Mutterlauge vorgenommen wurde, war eine Zusammensetzung derselben zu ersehen, welche dem Ausdruck $MgSO_4 : (NH_4)_2SO_4 = 0{\cdot}4859\,g : 0{\cdot}0463\,g$ entspricht. In Gewichtsprozenten ausgedrückt, stellt sich dieses Verhältnis auf 91·31%:8·69%, oder auf Molekularzahlen berechnet 7582:657, das ist rund 11·5:1. Dabei sind beide Sulfate wasserfrei gerechnet. Diese Zusammensetzung kommt jener sehr nahe, welche durch den Punkt *P* der Figur ausgedrückt wird.

An Kokonfäden wurden Keime von $^1/_2$—$^3/_4$ mm^3 Größe angehängt, doch schossen viele Kryställchen am Faden selbst an. Sie wuchsen in der Zeit von 6 Wochen bei einer Temperatur, welche zwischen 6 und 10° C schwankte, zu einer mittleren Größe von 0·0180 cm^3 heran. Das spezifische Gewicht betrug 1·720. Es waren ungefähr 50 Krystalle von vollkommener Durchsichtigkeit, welche ich aus drei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt. Aus ihnen wählte ich die größten und regelmäßigsten zur Messung aus. Ihr Gewicht

Digitized by Google

schwankte zwischen 0·0310 *g* und 0·0510 *g*, was einem Volumen von 0·0180 cm^3 bis 0·0297 cm^3 entspricht.

Die Zentraldistanzen aller auftretenden Flächen, nämlich c, d, x, p und b, konnten mit der Schubleere bestimmt werden; durch Konstruktion wurden nur die virtuellen Zentralabstände von n, a und p_v berechnet. Die auf den Radius r = 1 der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·107	0·0475
m	0·702	0·0250
*n	0·965	0·0575
x	1·168	0·0552
d	1·220	0·0635
*a	0·850	0·0250
b	1·176	0·0575
p	1·339	0·0625
*p_v	1·180	0·0360
r	1·000	—

Beim Vergleich mit jenen Zahlen, welche aus der Krystallisation der reinen Lösung erhalten wurden, stellt sich eine Streckung der Krystalle nach der krystallographischen c-Achse heraus, die bedingt ist durch das Auseinanderrücken der basischen Pinakoide und das Auseinandertreten der Prismenflächen. (Vgl. Figuren, Tafel VII.)

Kupfersalze.

I. Kupfer-Kaliumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Bei der Herstellung der Mutterlaugen dieses Salzes mußte einige Vorsicht verwendet werden; man darf nämlich die Lösung nicht über 60° C erhitzen, da sich sonst ein basisches Salz bildet, welches sich in Form von kleinen grünlichen Flocken absetzt. Die Keime, welche zum Einhängen in die Lösung verwendet wurden, hatten eine Größe von höchstens $^1/_2$ mm^3. Sie wuchsen ziemlich langsam und erreichten in 3 Wochen eine mittlere Größe von 0·0338 cm^3. Die Temperatur schwankte dabei zwischen 9 und 12° C, ein Intervall, welches bereits ziemlich tiefe

Digitized by Google

Ätzgrübchen hervorzubringen imstande war. Die Krystalle waren alle trübe und zeigten auf dem basischen Pinakoid und dem Klinodoma eine so starke Riefung nach der Kante der beiden, daß ihre Grenzen sich vollkommen verwischten. Die Endfläche wies überdies noch eine Aushöhlung auf, Erscheinungen, die auch Tutton in seiner Arbeit über dieses Salz erwähnt. Das spezifische Gewicht betrug 2·175. Aus ungefähr 50 Krystallen, die ich aus drei voneinander unabhängigen Mutterlaugen erhielt, wählte ich die größten und vollkommensten, 20 an der Zahl, zur Messung aus. Ihr Gewicht stand zwischen 0·0455 und 0·1100 g, das entspricht einem Volumen von 0·0205 cm^3 beziehungsweise 0·0506 cm^3. Die Zentraldistanzen der Flächen c, m n, d und p konnten mit der Schubleere gemessen werden, die der Flächen x und p wurden auf graphischem Wege ermittelt. Dabei ist zu bemerken, daß die Angaben für c und x mit großen Fehlern behaftet sind, da wegen der Aushöhlung von c die Zentraldistanz schwer zu messen ist und durch die Riefung die Grenze zwischen c und x, wie schon früher erwähnt, verwischt wurde. In der nachstehenden Tabelle sind die auf $r = 1$ bezogenen Werte, die sich aus der Messung ergaben, zusammengestellt.

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·865	0·0528
m	0·873	0·0375
n	0·925	0·0262
x	1·106	0·0538
d	1·105	0·0310
p	1·058	0·0252
p'	1·080	0·0399
r	1·000	—

B. Krystalle aus einer Lösung, welche 44g Doppelsalz und 10g konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Die Keime, welche aus dieser Mutterlauge ausfielen, waren sehr klein und zeigten keineswegs die modellartig regelmäßige Ausbildung, welche sonst derartige kleine Kryställchen auszeichnet. Die Auswahl derselben und das Befestigen an Kokonfäden bot daher mancherlei Schwierigkeiten. Außerdem zeigte sich die Lösung sehr hygroskopisch, so daß eine Menge der eingehängten Kryställchen über Nacht zerging. Ich mußte daher die Krystallisiergefäße nebst

Digitized by Google

einer Schale konzentrierter Schwefelsäure unter eine Glasglocke bringen, die luftdicht auf der Unterlage — einer Spiegelglasplatte — aufstand. Nach einigen mißglückten Versuchen gelang es mir endlich, aus 2 voneinander unabhängigen Mutterlaugen nach 3 Wochen bei einer nahezu konstanten Temperatur von 12° C etwa 25 Krystalle zu erhalten, von denen aber nur 10 zur Messung verwendbar waren. Auch diese waren undurchsichtig, aber nicht in dem Maße wie die aus reiner Lösung gewonnenen. Die c-Flächen waren etwas ausgehöhlt, aber viel weniger als bei den früher erwähnten, die Riefung nur in minimalen Spuren angedeutet. Die Gestalt der Krystalle war ganz abweichend von der gewöhnlichen; wäre nicht die c-Fläche durch die eben erwähnten Umstände als solche zu erkennen gewesen, hätte es einige Schwierigkeit gemacht, die Krystalle richtig aufzustellen. Die Prismenflächen m nämlich, die sonst als Hauptflächen ausgebildet sind, traten hier vollständig zurück, hingegen nahmen die Pyramiden p und p′ große Ausdehnung an, so daß der Krystall nach ihnen gestreckt erschien. Auch das Orthodoma d hatte beträchtliche Dimensionen. Das spezifische Gewicht war dasselbe wie das der Krystalle aus reiner Lösung, nämlich 2·175. Das absolute Gewicht der gemessenen Krystalle schwankte zwischen 0·047 *g* und 0·088 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·0216 bis 0·0404 cm^3. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen von c, m, d, p und p′ gemessen, der tatsächliche Abstand der Fläche x und der virtuelle von n wurde konstruktiv berechnet. Die folgende Tabelle gibt die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte derselben.

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·768	0·0315
m	1·519	0·0400
*n	1·520	0·0400
x	1·087	0·0325
d	0·971	0·0400
p	0·743	0·0190
p′	0·749	0·0215
r	1·000	—

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorhergehenden, so bemerkt man das starke Zusammenrücken der Flächen p, p′, d und c, hingegen das auffallende Entfernen der Flächen der Prismenzone.

Digitized by Google

C. Krystalle, welche im Überschuß von Kaliumsulfat gezogen sind.

Das Verhältnis der beiden Bestandteile ergab sich aus der chemischen Analyse der Mutterlauge als: $CuSO_4 : K_2SO_4 = 0{\cdot}0286\,g : 0{\cdot}375\,g$, wobei beide Salze wasserfrei gerechnet sind. In Gewichtsprozenten ausgedrückt ergibt sich der Wert $7{\cdot}07\% : 92{\cdot}93\%$, oder auf Molekularzahlen umgerechnet 443 : 5340, d. i. rund 1 : 12. Diese Zusammensetzung stimmt fast mit jener überein, welche durch den Punkt *Q* ausgedrückt wird. Die Keime, welche in die Mutterlauge eingehängt wurden, waren unter $^1/_2\,mm^3$ Größe, viele schossen am Faden selbst an. Die Kryställchen wuchsen sehr langsam. Um eine Größe von $0{\cdot}0077\,cm^3$ zu erreichen, mußten sie gegen 2 Monate in der Mutterlauge hängen, wobei sie einer Temperatur ausgesetzt waren, die zwischen 6 und 12° C schwankte. Dieses Intervall bedingte noch keinerlei Ätzfiguren. Aus vier voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 40 Krystalle, von denen jedoch nur 10 zur Messung tauglich waren. Sie hatten eine von dem gewöhnlichen Typus so sehr abweichende Form, daß die Vermutung nahe lag, es habe sich ein Salz von anderer chemischer Zusammensetzung gebildet. Das spezifische Gewicht stimmte zwar mit dem des gewöhnlichen Doppelsalzes vollkommen überein. Um einem Irrtum auszuweichen, entschloß ich mich, die chemische Analyse auszuführen. Die Wassermenge konnte nicht aus dem Gewichtsverlust bei freiem Erhitzen bestimmt werden, da bei höherer Temperatur ein Teil der Schwefelsäure abgespalten wird und mit dem Wasserdampf entweicht. Daher wurde die Substanz in einem Glasrohr geglüht, in dessen vorderem Teil sich Natrium bicarbonicum befand, durch welches die frei werdende Schwefelsäure gebunden wurde. Als Vorlage diente ein Chlorcalciumröhrchen, aus dessen Gewichtszunahme der Wassergehalt bestimmt wurde. Die Schwefelsäure wurde aus einer zweiten Portion als Baryt, das Kupfer als Oxyd bestimmt. Nach dem Ausfällen des Kupfers als Schwefelkupfer wurde zum Filtrate ein Überschuß von Schwefelsäure zugesetzt, einerseits um das Chlorbaryum zurückzufällen, andrerseits um alles vorhandene Kalium sicher in die Sulfatform zu bringen. Nachdem der Baryt abfiltriert war, wurde die Flüssigkeit in einer Platinschale abgedampft und auf dem Wisneggofen bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Der erhaltene Rückstand wurde als K_2SO_4 gewogen. Die Resultate der Analyse sind:

Digitized by Google

H_2O	24·99%
CuO	16·81%
SO_3	36·08%
K_2O	21·40%
	99·28%

Aus der theoretischen Formel für das gewöhnliche Doppelsalz ergeben sich die Werte:

H_2O	24·45%
CuO	18·00%
SO_3	36·21%
K_2O	21·33%

Aus der Übereinstimmung dieser Zahlen folgt, daß das analysierte Material nichts anderes als das normale Doppelsalz war.

Um nun die richtige Aufstellung für die Krystalle zu finden, nahm ich einige Winkelmessungen vor, wobei sich die merkwürdige Tatsache ergab, daß die beiden Pyramiden p und p' Träger der Kombination sind, da nach ihnen die Krystalle gestreckt erscheinen. Die Fläche d tritt ziemlich dominierend, c jedoch recht untergeordnet auf. Auffallend ist noch, daß die für die Krystalle aus reiner Lösung so charakteristische Riefung auf c vollständig fehlt, hingegen zeigt sich eine Streifung nach der Kombinationskante auf beiden Pyramiden. Viele Krystalle waren auch nach diesen Flächen skelettartig ausgebildet, weshalb sie nicht zur Messung verwendet werden konnten. Die richtige Aufstellung dieser Krystalle hätte weniger Schwierigkeiten geboten, wären jene aus saurer Lösung zurzeit schon vorhanden gewesen. Diese nämlich nehmen der Form nach eine Mittelstellung zwischen den aus reiner Lösung und den aus dem Überschuß von Kaliumsulfat gezogenen Krystallen ein.

Die gemessenen Krystalle waren durch eingeschlossene Mutterlauge etwas getrübt, jedoch weniger als die aus reiner Lösung erhaltenen. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·0142 *g* und 0·0195 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·0065 cm^3 beziehungsweise 0·0089 cm^3. Mit der Schubleere konnten nur die Zentraldistanzen der Flächen d und c bestimmt werden, jene von p und p' wurden ebenso wie die virtuellen Distanzen von m, n und x graphisch berechnet. Die auf $r = 1$ bezogenen Resultate der Messungen sind nachstehend wiedergegeben:

Digitized by Google

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·539	0·0465
*m	2·260	0·0318
*n	1·860	0·0318
*x	1·680	0·0412
d	0·631	0·0360
p	0·594	0·0224
p'	0·652	0·0223
r	1·000	—

D. Krystalle, welche im Überschuß von Kupfersulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse ergab als Verhältnis von Kupfersulfat zu Kaliumsulfat den Wert 0·72725 : 0·25602, wobei beide Salze wasserfrei gerechnet sind. In Gewichtsprozenten ausgedrückt, stellt sich die Proportion auf 72·95% : 27·05%, oder auf Molekularzahlen umgerechnet 4510 : 1550 = rund 3 : 1. Diese Zusammensetzung kommt jener sehr nahe, welche durch den Punkt *P* der Figur ausgedrückt ist.

Die Keime, welche zum Anhängen an Kokonfäden benutzt wurden, waren höchstens $^3/_4$ mm^3 groß. Nicht wenige Kryställchen schossen am Faden selbst an. Um eine mittlere Größe von 0·0300 cm^3 zu erreichen, mußten sie ungefähr 1 Monat in der Mutterlauge hängen, wobei sie einer Temperatur von 6—10° C ausgesetzt waren. Ätzfiguren wurden durch diese Temperaturschwankungen noch nicht hervorgerufen. Die Krystalle waren trübe und zeigten wie jene aus reiner Lösung die Aushöhlung der c-Fläche und die charakteristische Riefung auf c und x. Die übrigen Flächen waren glatt. Das spezifische Gewicht betrug 2·175. Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich gegen 60 Krystalle, welche verschieden ausgebildet waren, je nachdem sie am Faden selbst entstanden waren oder als Keime angeknüpft wurden. Da die Abweichungen in der Form ziemlich starke sind, sollen sie auch hier getrennt behandelt werden.

Von den am Faden selbst entstandenen Krystallen waren nur 9 für die Messung tauglich. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0·0140 *g* und 0·0400 *g*, was einem Volumen von 0·00643 cm^3 bis 0·01840 cm^3 entspricht. Mit der Schubleere wurden die Zentraldistanzen der Flächen c, m und p' bestimmt, während die tatsächlichen Zentraldistanzen

Digitized by Google

von x und d und die virtuellen von n und p auf graphischem Wege ermittelt wurden.

Die auf $r = 1$ bezogenen Resultate dieser Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·982	0·0480
m	1·265	0·1040
*n	0·880	0·0260
x	1·069	0·0616
d	1·409	0·0920
*p	0·880	0·0260
p'	0·722	0·0260
r	1·000	—

Von denjenigen Krystallen, welche als Keime an Kokonfäden angeknüpft wurden, waren 18 zur Messung zu verwenden; ihr Gewicht stand zwischen 0·0240 *g* und 0·0845 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·01104 beziehungsweise 0·0379 cm^3. Die Messung und Berechnung erfolgte in derselben Weise wie sie eben beschrieben wurde und ergab folgende Werte:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	0·803	0·0360
m	1·140	0·0470
*n	0·960	0·0196
x	0·957	0·0345
d	1·223	0·0577
*p	0·970	0·0196
p'	0·790	0·0196
r	1·000	—

Vergleicht man diese beiden Tabellen, so bemerkt man in der zweiten eine bedeutende Abnahme der Zentraldistanzen für die Fläche c, woraus ersichtlich ist, daß die Krystalle dieser Lösung sehr empfindlich in bezug auf die Bodenlage sind, das heißt, das Ausheilungsvermögen der Mutterlauge ist für die Fläche c nicht hervorragend.

An sämtlichen Krystallen ist das vollständige Fehlen der Flächen p auffallend und die relativ schwache Ausbildung von m.

Um die Veränderungen anschaulicher zu machen, welchen die Krystalle des Kupfer-Kaliumsulfates durch den Einfluß der besprochenen

Digitized by Google

Lösungsgenossen unterworfen sind, sind die Typen derselben, in der gleichen Stellung wie die früheren gezeichnet, auf Taf. VIII zusammengestellt. Zu jeder der Figuren ist noch die auf die Symmetrieebene bezogene Parallelprojektion entworfen.

II. Kupfer-Ammoniumsulfat.

A. Krystalle aus reiner Lösung.

Die Krystalle entstanden zum größten Teil aus Keimen, die an Kokonfäden angeknüpft wurden, nur wenige schossen am Faden selbst an. Die Keime hatten die Größe von höchstens $^3/_4\,mm^3$ und wuchsen in 14 Tagen zu einem mittleren Volumen von $0{\cdot}0400\,cm^3$ heran. Die Temperatur betrug nahezu konstant 12° C. Die Krystalle waren durch eingeschlossene Mutterlauge etwas trübe, sonst aber sehr vollkommen ausgebildet. Ihr spezifisches Gewicht betrug 1·867. Aus drei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich ungefähr 30 Krystalle, von denen ich die größten und vollkommensten, 16 an der Zahl, zur Messung verwendete. Ihr Gewicht stand zwischen $0{\cdot}0400\,g$ und $0{\cdot}1340\,g$, das entspricht einem Volumen von $0{\cdot}0214\,cm^3$ bis $0{\cdot}0717\,cm^3$. Mit der Schubleere konnten die Zentraldistanzen von c, m, n und d gemessen werden, die tatsächlichen Zentraldistanzen von x und p ebenso wie die virtuellen von p′ wurden durch Konstruktion ermittelt. Die auf $r=1$ bezogenen Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·014	0·0761
m	0·785	0·0362
n	0·990	0·0745
x	1·184	0·0565
d	1·069	0·1388
p	1·363	0·0435
*p′	1·380	0·0463

B. Krystalle aus einer Lösung, welche $40\,g$ Doppelsalz und $10\,g$ konzentrierte Schwefelsäure enthielt.

Es bedurfte vieler Versuche und Vorsichtsmaßregeln, um endlich Krystalle aus dieser Lösung zu erhalten, die sich zur Messung verwenden ließen. Da die Mutterlauge sehr hygroskopisch ist, mußten die Krystallisiergefäße nebst einer Schale mit konzentrierter Schwefel-

Digitized by Google

säure unter einen luftdicht schließenden Rezipienten gestellt werden. Auch gegen Temperaturveränderungen sind die in der Lösung befindlichen Krystalle sehr empfindlich; es kam vor, daß Individuen von der Größe eines Hanfkornes schon bei einer Temperaturzunahme von 2° C vollständig aufgelöst wurden. Nach langen Bemühungen gelang es mir endlich, aus zwei voneinander unabhängigen Mutterlaugen ungefähr 20 Krystalle zu erhalten, welche in 14 Tagen bei einer konstanten Temperatur von 10° C eine mittlere Größe von 0·0319 cm^3 erreicht hatten. Zur Messung waren jedoch nur 5 Krystalle verwendbar, deren Gewicht zwischen 0·0350 g und 0·0770 g schwankte, was einem Volumen von 0·0188 beziehungsweise 0·413 cm^3 entspricht. Die übrigen Krystalle zeigten zwar denselben Typus, waren aber nach der Fläche c treppenförmig ausgebildet und daher zu den Messungen unbrauchbar. Die Krystalle waren etwas trübe, hatten aber dasselbe spezifische Gewicht wie die aus reiner Lösung gezogenen Exemplare, nämlich 1·867. Ihre Form wich aber von jenen sehr ab, indem sie nach dem Orthodoma abgeplattet erschienen. Die Messungen der Zentraldistanzen von c, m, d und p' wurden mittels der Schubleere ausgeführt, die virtuellen Zentraldistanzen der Flächen n, x und p wurden auf graphischem Wege bestimmt. Die Resultate sind, auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogen, im nachstehenden zusammengestellt.

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·200	0·0430
m	0·943	0·0745
*n	1·310	0·0745
*x	1·800	0·0430
d	0·503	0·0570
*p	0·950	0·0317
p'	1·343	0·0784
r	1·000	—

C. Krystalle, welche im Überschuß von Ammoniumsulfat gezogen sind.

Die Krystalle aus dieser Lösung waren sehr schwierig zu ziehen, da die Mutterlauge sehr hygroskopisch ist und die Krystalle überdies gegen Temperaturschwankungen sehr empfindlich sind. Die chemische Analyse der Mutterlauge ergab als Verhältnis von Kupfersulfat zu

Digitized by Google

Ammoniumsulfat den Wert 0·0918 : 25·4590, wobei beide Bestandteile wasserfrei gerechnet sind. In Gewichtsprozenten ausgedrückt, stellt sich das Verhältnis auf 0·359% : 99·641%, oder in Molekularzahlen umgerechnet 225 : 75370, das ist rund 1 : 335.

Nach monatelangen vergeblichen Versuchen gelang es mir endlich, eben noch meßbare Kryställchen zu erhalten, welche am Faden selbst entstanden waren und zum Erreichen einer Größe von nur 0·0024 cm^3 fünf Wochen lang in der Mutterlauge bleiben mußten. Die Krystallisiergefäße standen dabei neben einer Schale voll konzentrierter Schwefelsäure unter einem Rezipienten und waren einer konstanten Temperatur von 12° C ausgesetzt. Aus zwei voneinander unabhängigen Lösungen erhielt ich 12 Krystalle, von denen ich 8, nämlich die größten, der Messung unterzog. Sie waren vollkommen durchsichtig und hatten sehr schön ausgebildete Flächen. Ihr Gewicht stand zwischen 0·0030 g und 0·0060 g, was einem Volumen von 0·0016 cm^3 beziehungsweise 0·0032 cm^3 entspricht. Das spezifische Gewicht war gleich dem der Krystalle aus reiner Lösung, nämlich 1·867.

Die Krystalle zeichneten sich durch große Einfachheit der Form aus, sie erschienen als Blättchen mit rhombischem Umriß. Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß die Fläche, nach welcher sie abgeplattet sind, das Orthodoma ist. Die rhombische Umgrenzung wird durch die 4 Flächen der Pyramide p gebildet. Mittels der Schubleere wurde die Zentraldistanz von d bestimmt, die der Fläche p und die virtuellen Abstände der übrigen Flächen mußten durch Konstruktion ermittelt werden. Die auf den Radius r der volumgleichen Kugel bezogenen Werte sind nachstehend angeführt:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
*c	1·920	0·0494
*m	1·100	0·0494
*n	1·550	0·0494
*x	1·700	0·0494
d	1·227	0·0388
p	0·811	0·0600
*p'	1·300	0·0494
r	1·000	—

Digitized by Google

D. Krystalle, welche im Überschuß von Kupfersulfat gezogen sind.

Die chemische Analyse der Mutterlauge ergab als Verhältnis von Kupfersulfat zu Ammoniumsulfat den Wert 0·5429 *g* : 0·1825 *g*, wobei die beiden Bestandteile wasserfrei gerechnet sind. Drückt man dieses Verhältnis in Gewichtsprozenten aus, so erhält man den Wert 74·84% : 25·16% oder auf Molekularzahlen umgerechnet 4685 : 1904, das ist rund 2·5 : 1.

Es wurden zum Anknüpfen an Kokonfäden und Einhängen in die Mutterlauge Keime von höchstens $^1/_2$ *mm*³ Größe verwendet, welche in 5—6 Wochen bei einer Temperatur, die zwischen 6 und 10° C schwankte, bis ungefähr 0·0260 *cm*³ wuchsen. Die Krystalle waren etwas trübe, sonst aber ziemlich vollkommen ausgebildet. Ihr spezifisches Gewicht betrug 1·867. Aus zwei voneinander unabhängigen Mutterlaugen erhielt ich ungefähr 30 Krystalle, aus denen ich die größten und regelmäßigsten, 13 an der Zahl, zur Messung auswählte. Ihr Gewicht stand zwischen 0·021 *g* und 0·145 *g*, das entspricht einem Volumen von 0·01125 *cm*³ bis 0·0777 *cm*³. Mittels der Schubleere wurden die Zentraldistanzen von c, m, d und p' bestimmt, während die der Fläche n graphisch bestimmt wurde, ebensowie die virtuelle Zentraldistanz der Flächen x und p. Die auf r = 1 bezogenen Resultate der Messungen sind in der nachstehenden Tabelle enthalten:

Fläche	Zentraldistanz	Mittl. Fehler
c	1·063	0·0433
m	0·804	0·0202
n	1·097	0·0460
*x	1·550	0·0387
d	0·720	0·0527
*p	1·490	0·0317
p'	1·503	0·0936
r	1·000	—

Vergleicht man diese Werte mit jenen, welche sich für die Krystalle aus reiner Lösung ergaben, so bemerkt man eine Annähe-

Digitized by Google

rung der Orthodomenflächen, während die Flächen der Prismenzone auseinanderrücken. Auffallend ist auch das vollständige Zurücktreten der Flächen p.

Die Figuren auf Taf. VIII zeigen deutlich die auffallenden Veränderungen, welche das Kupfer-Ammoniumsulfat durch die besprochenen Lösungsgenossen erleidet. Dabei ist zu bemerken, daß die Zeichnungen nach denselben Regeln wie die früheren entworfen wurden, also die dargestellten Krystalle gleiches Volumen haben, mit Ausnahme des aus überschüssigem Ammoniumsulfat gezogenen Typus. Mit Rücksicht auf Raumersparnis wurde diese Zeichnung in etwas kleinerem Maßstabe angefertigt.

Zusammenfassung.

Aus den gesamten Untersuchungen und Messungen ergeben sich folgende Resultate:

1. Während die Doppelsalze von Zink, Nickel und Magnesium, was den Einfluß von Lösungsgenossen anbelangt, in vielen Stücken Übereinstimmung aufweisen, zeigen die Kupfersalze ein vollständig abweichendes Verhalten.
2. Bei den Doppelsalzen von Zink, Nickel und Magnesium scheint selbst ein großer Zusatz von freier Schwefelsäure zur Mutterlauge einflußlos auf die Krystallgestalt zu sein; nur beim Zink-Kaliumsulfat ist eine Flächenvermehrung zu bemerken.
3. Der Einfluß des Überschusses von Alkali- beziehungsweise Schwermetallsulfat ist verschieden bei den Kalium- und Ammoniumsalzen der Metalle Zink, Nickel und Magnesium.
   a) Kaliumsalze: Der Überschuß des Alkalisulfates macht sich durch Abplattung der Krystalle nach der c-Fläche geltend; nebenbei ist noch die Empfindlichkeit den Konzentrationsströmungen gegenüber zu bemerken.

   Der Überschuß des Schwermetallsulfates bedingt eine charakteristische Streckung nach der Vertikalachse verbunden mit auffallender Flächenarmut. Es nehmen also die aus reiner Lösung entstandenen Krystalle eine Mittelstellung ein zwischen jenen, welche aus den Überschüssen der Bestandteile gezogen wurden.

Digitized by Google

b) Ammoniumsalze: Überschüssiges Alkalisulfat bedingt eine Abplattung der Krystalle nach dem Orthodoma nebst dominierender Ausbildung der Längsfläche. Die übrigen Flächen der Prismenzone rücken stark auseinander. Beim Nickel- und Magnesiumsalz ist noch der Flächenreichtum auffallend.

Überschüssiges Schwermetallsulfat bewirkt bei den drei Salzen keine analogen Veränderungen.

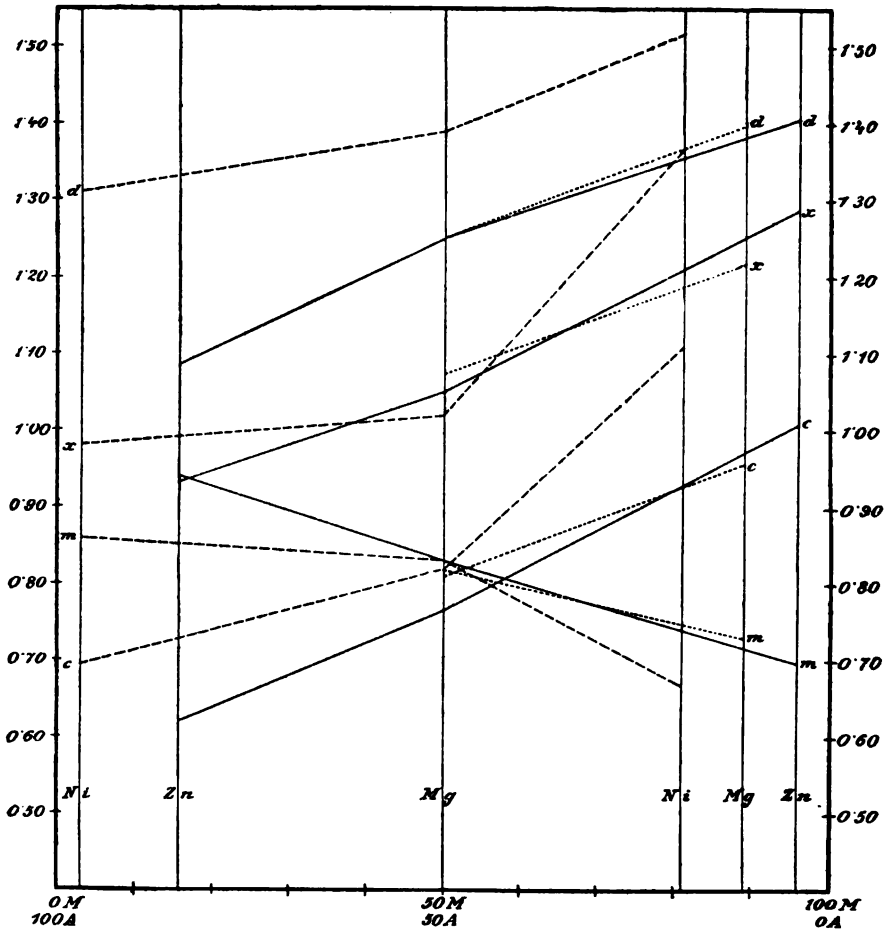
4. Bei den Kupfersalzen hat ein Zusatz von freier Schwefelsäure zur Mutterlauge charakteristischen Einfluß auf die Ausbildung der Krystalle, und zwar nehmen die aus saurer Lösung gezogenen Individuen eine Mittelstellung zwischen jenen ein, welche aus reiner Lösung und aus dem Überschuß des Alkalisulfats gezogen sind.
5. Überschuß von Kaliumsulfat bedingt eine Streckung nach den rückwärtigen Pyramiden, verbunden mit starker Ausbildung des Orthodomas.
6. Überschuß von Ammoniumsulfat bewirkt spärliche Flächenausbildung und auffallend nahes Zusammentreten der Orthodomenflächen.
7. Der Überschuß des Kupfersulfats zeigt seinen Einfluß dadurch, daß die Flächen der Einheitspyramiden verschwinden, dagegen $(\bar{1}21)$ stark ausgebildet erscheint. Beim Kaliumsalz ergibt sich eine Streckung nach diesen Flächen, welche jedoch beim Ammoniumsalz durch die kräftige Ausbildung des Orthodomas unterdrückt wird.

Der besseren Übersicht halber sind in nachfolgender Tabelle die Werte der Zentraldistanzen aller Krystallisationen zusammengestellt, wobei die Krystallisation aus saurer Lösung mit S, die aus dem Überschuß des Alkalisulfates mit A, die aus dem Überschuß des Metallsulfates mit M bezeichnet ist. Die Werte für nicht tatsächlich beobachtete Flächen sind wie bisher mit * versehen.

Unter Zugrundelegung derselben Bezeichnungen ist in Figur 3 und 4 das Verhalten der Hauptflächen r, m, x, d für die Kali- und Ammoniumsalze von Zink, Nickel und Magnesia veranschaulicht. Auf der Abszissenachse sind die molekularen Mengen der beiden Bestandteile, A_2SO_4 und MSO_4, auf der Ordinatenachse die auf $r=1$ bezogenen Werte der Zentraldistanzen aufgetragen.

Digitized by Google

Fig. 3.



Zentraldistanzen der Kalisalze.

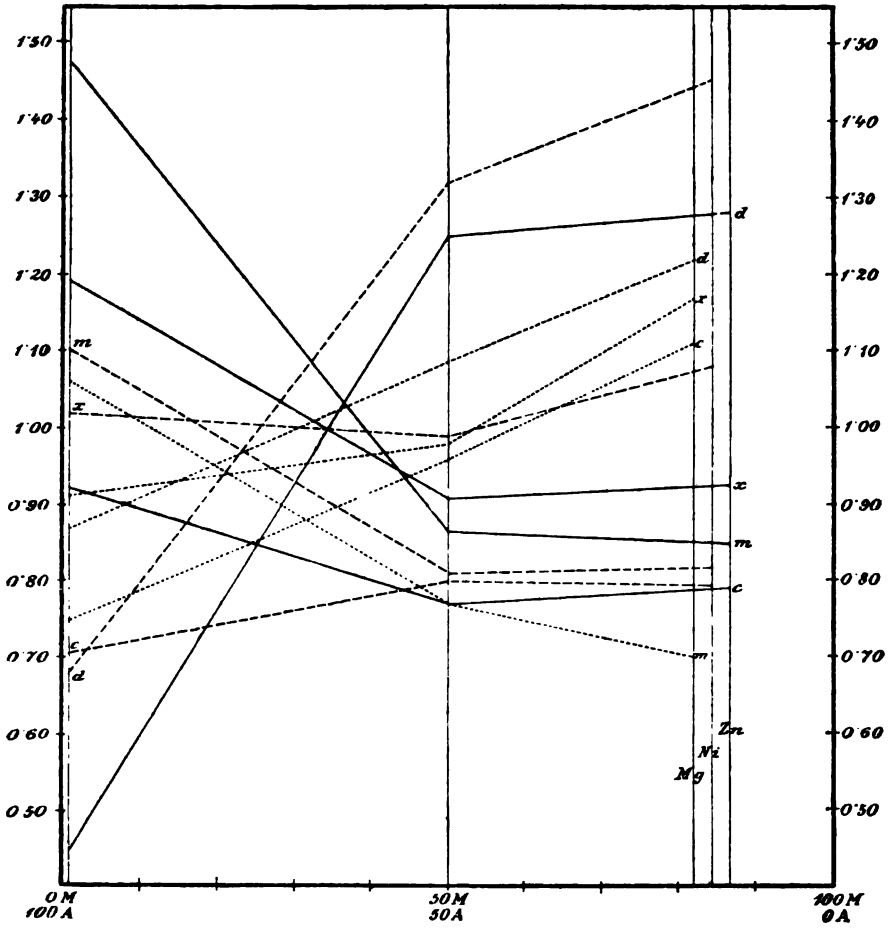
——— Zn—K—Sulfat
– – – – – Ni—K—Sulfat
..... Mg—K—Sulfat

Abszisse: Molekulare Zusammensetzung der Lösung aus M (Metallsulfat) und A (Alkalisulfat) M + A = 100.

Ordinate: Zentraldistanzen der wichtigsten Krystallflächen: c (001), m (010), x (101), d ($\bar{2}$01).

Digitized by Google

Fig. 4.



Zentraldistanzen der Ammoniumsalze.

Bedeutung der Zeichen wie in Fig. 3.

Digitized by Google

Kalisalze.

		c	m	n	x	d	a	b	p	p′
Zink	rein	0·765	0·830	1·046	1·051	1·253	*1·015	*1·425	1·240	1·209
	S	0·703	0·876	1·176	0·960	1·123	1·036	1·434	1·106	1·210
	A	0·618	0·941	1·228	0·930	1·084	1·130	1·400	1·126	1·268
	M	1·011	0·696	*0·970	1·293	1·412	*0·850	*1·170	1·370	*1·475
Nickel	rein	0·818	0·827	1·127	1·017	1·389	*1·020	*1·370	*1·290	*1·260
	S	0·761	0·848	1·143	0·984	1·419	*1·025	*1·440	*1·260	*1·310
	A	0·694	0·861	1·133	0·978	1·313	*1·050	1·317	1·233	*1·250
	M	1·110	0·670	*0·940	1·377	*1·520	*0·820	*1·145	*1·430	*1·460
Magnesium	rein	0·808	0·817	*1·125	1·074	1·250	0·819	1·352	1·290	—
	S	0·862	0·889	*1·180	1·021	0·989	0·796	1·386	0·994	—
	M	0·960	0·727	*1·040	1·221	1·402	*0·890	*1·265	*1·355	—

Ammoniumsalze.

		c	m	n	x	d	a	b	p	p′	p_v	q
Zink	rein	0·768	0·865	*1·220	0·912	1·257	*1·050	*1·475	1·254	—	—	—
	S	0·751	0·874	*1·250	0·819	1·305	*1·060	*1·520	1·202	—	—	—
	A	0·920	1·476	*1·662	1·192	0·451	*1·150	1·397	1·003	—	—	—
	M	0·793	0·848	1·180	0·924	1·279	*1·035	*1·440	*1·290	—	—	—

Digitized by Google

Ammoniumsalze.

		c	m	n	x	d	a	b	p	p′	p_v	q
Nickel	rein	0·799	0·810	1·063	0·991	1·322	*0·995	*1·390	1·260	*1·230	1·020	—
	S	0·765	0·863	1·180	0·913	1·346	*1·050	*1·420	1·275	*1·200	*1·020	—
	A	0·704	1·099	*1·340	1·017	0·680	1·231	1·369	1·380	1·420	1·110	—
	M	0·795	0·821	*1·160	1·082	1·456	*1·000	*1·400	*1·270	*1·310	*1·030	—
Magnesium	rein	0·956	0·767	*1·040	0·980	1·091	*0·915	1·286	1·273	—	1·082	—
	S	0·880	0·835	*1·117	0·951	1·086	*1·020	1·271	1·174	—	1·038	—
	A	0·746	1·060	1·192	0·911	0·875	0·945	1·124	1·226	—	1·006	1·015
	M	1·107	0·702	*0·965	1·168	1·220	*0·850	1·176	1·339	—	*1·180	—

Kupfersalze.

		c	m	n	x	d	p	p′	
Kalium	rein	0·865	0·873	0·925	1·106	1·105	1·058	1·080	
	S	0·768	1·519	*1·520	1·087	0·971	0·743	0·749	
	A	1·539	*2·260	*1·860	*1·680	0·631	0·594	0·652	
	M	0·982	1·265	*0·880	1·069	1·409	*0·880	0·722	am Faden entstanden
	M	0·803	1·140	*0·960	0·957	1·223	*0·970	0·790	angeknüpft
Ammonium	rein	1·014	0·785	0·990	1·184	1·069	1·363	*1·380	
	S	1·200	0·943	*1·310	*1·800	0·503	*0·950	1·343	
	A	*1·920	*1·100	*1·550	*1·700	1·227	0·811	*1·300	
	M	1·063	0·804	1·097	*1·550	0·720	*1·490	1·503	

Digitized by Google

Tafelerklärung.

Die dargestellten Krystalltypen sind volumgleich mit Ausnahme des aus überschüssigem Ammoniumsulfat gezogenen Typus des Kupferammoniumsalzes auf Tafel VIII.

Den Krystallzeichnungen des Kupferkaliumsulfates auf Tafel VIII wurde außerdem die auf die Symmetrieebene bezogene Parallelprojektion angefügt.

In den Überschriften der einzelnen Figuren bedeutet die erste Bezeichnung das Metallsulfat, die zweite das Alkalisulfat. Darunter in Klammer bezeichnet (A) Krystalle aus einer Lösung mit überschüssigem Alkalisulfat, (S) solche aus saurer Lösung, (M) jene aus einer Lösung mit überschüssigem Metallsulfat. Die erste Figur jeder einzelnen Reihe stellt Krystalle aus reiner Lösung dar.

Digitized by Google

XXIV. Versuche über die saure und alkalische Reaktion von Mineralien, insbesondere der Silikate.

Von **F. Cornu.**

Literatur:

A. Kenngott, Über einige Erscheinungen, beobachtet am Natrolith. N. J. f. Min., 1867, pag. 77.

Derselbe, Über die alkalische Reaktion einiger Minerale. Ebenda pag. 302, 429 u. 769.

W. B. Rogers und R. E. Rogers, Untersuchungen über die Löslichkeit von Silikaten in kohlensäurehaltigem Wasser. American Journal of science and arts, 1848, V, pag. 201.

Bischof, Chem. Geologie. 2. Aufl., Bd. I, pag. 215. (Behandelt die Untersuchungen der Gebrüder Rogers.)

C. Dölter, Einige Versuche über die Löslichkeit der Mineralien. (Versuche von J. Unterweissacher.) Tschermaks Min. u. petrogr. Mitt., XI, pag. 330.

E. W. Hoffmann, Untersuchungen über den Einfluß von gewöhnlichem Wasser auf Silikate. Inauguraldiss. Leipzig 1882.

R. Brauns, Chemische Mineralogie, Leipzig 1896, pag. 27.

W. Suida, Über das Verhalten von Teerfarbstoffen gegenüber Stärke, Kieselsäure und Silikaten. Sitzungsber. d. kais. Ak. der Wiss., math.-nat. Kl., Bd. CXIII, Abt. II*b*. Juli 1904.

W. Ostwald, Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie.

F. Cornu, Über den Hibschit, ein neues Kontaktmineral aus den Kreidemergeleinschlüssen des Phonoliths von Aussig in Böhmen. (Vorläufige Mitteilung.) Tschermaks Min. u. petrogr. Mitt., dieser Band, II. Heft.

Die erste Veranlassung zu den im folgenden mitgeteilten Versuchen bot das eigentümliche Verhalten des von mir Hibschit genannten Minerales. Während man von diesem Mineralkörper, dem zufolge meiner Analysen die Formel $H_4 Ca Al_2 Si_2 O_{10}$ zukommt, gemäß den

Digitized by Google

bisherigen Erfahrungen an Silikaten alkalische Reaktion hätte erwarten sollen, zeigte das zur Analyse verwandte Material in der Tat das Verhalten sauer reagierender Körper: blaues Lackmuspapier auf feingepulverten, mit destilliertem Wasser befeuchteten Hibschit gebracht färbte sich deutlich rot. [1]) Eine Reihe von Versuchen, die angestellt wurden, um die Ursache dieses abnormen Verhaltens zu ergründen, führte zu nachstehender Klärung der Erscheinung. Die stärkste saure Reaktion zeigten Produkte, die infolge der Anwendung ziemlich stark konzentrierter Essigsäure beim Trennen von dem das Mineral umgebenden Kalkspat bereits den größten Teil ihres Kalkgehaltes verloren hatten.

Die Analyse eines solchen veränderten Hibschits ergab nach Abzug des mit dem Minerale verwachsenen Titanmelanits geradezu die Kaolinformel $H_4Al_2Si_2O_9$.

Daraus wurde geschlossen, daß der Prozeß bei der Einwirkung der Essigsäure auf das Ursprungsmaterial nach der folgenden Gleichung verläuft:

$$H_4CaAl_2Si_2O_{10} + 2CH_3COOH =$$
$$H_4Al_2Si_2O_9 + \begin{matrix} CH_3COO \\ CH_3COO \end{matrix}\rangle Ca + H_2O$$

Die Ursache der sauren Reaktion des zu den Analysen, auf Grund derer die Formel aufgestellt wurde, verwendeten Materiales erklärt sich somit ganz einfach daraus, daß auch hier, wenn schon eine ganz geringe Menge des Silikates $H_4Al_2Si_2O_9$ gebildet wurde, welche bei ihrer Dissoziation in wässeriger Lösung eine hinreichende Menge von Wasserstoffionen hergab, um eine deutliche saure Reaktion hervorzurufen. Es lag nun nahe, die Minerale der Kaolingruppe auf saure Reaktion zu prüfen. Diese Prüfung ergab das höchst interessante Resultat, daß sämtliche Minerale der Kaolin- und Pyrophyllitgruppe deutlich sauer reagieren.

Desgleichen reagierten eine Anzahl von dem Kaolin nahestehenden Mineralen der Glimmergruppe sauer.

Die stärkste saure Reaktion ergaben bei der Prüfung die dem Kaolin analog zusammengesetzten Nontronite, welche in reinstem Zustande nach Weinschenk der Formel $H_4Fe_2Si_2O_9$ entsprechen würden. Alle diese Silikate sowie die gleichfalls sauer reagierenden

[1]) Der geglühte Hibschit reagierte dagegen alkalisch.

Digitized by Google

Opale werden nach dem Verfahren von Suida mit Lösungen basischer Anilinfarbstoffe behandelt stark angefärbt.

Bevor zu der Aufführung der einzelnen Versuche übergegangen wird, erscheint nun ein kurzer historischer Rückblick, sowie eine Angabe der Untersuchungsmethoden am Platze. Der erste, der sich in umfassenderer Weise mit der Reaktion von Mineralen gegenüber dem Lackmusfarbstoff befaßte, war Kenngott. Dieser Forscher hat eine sehr große Anzahl von Mineralen untersucht und war imstande, bei der Mehrzahl derselben alkalische Reaktion [1]) nachzuweisen. Eine Prüfung der Minerale auf saure Reaktion scheint von ihm überhaupt nicht vorgenommen worden zu sein. [2]) Längere Zeit vor Kenngott haben auch die Gebrüder Rogers bei ihren Versuchen über die Löslichkeit der Minerale in CO_2haltigem Wasser das Auftreten der alkalischen Reaktion bei einzelnen Gattungen konstatiert (1848).

Kenngott spricht sich über die Resultate seiner Untersuchung dahin aus, daß die kieselsäurereicheren Silikate im allgemeinen schwächer reagieren als die kieselsäurearmen (so z. B. Analcim schwächer als Natrolith, o. z. pag. 439).

Die Gebrüder Rogers bemerkten eine stärkere Reaktion der Mg- und Ca-Mg-Silikate im Verhältnis zu den Feldspaten und den meisten anderen Mineralen (vgl. Bischof, o. z. pag. 215).

In neuerer Zeit hat sich Herr Ernst Walter Hoffmann mit unserem Gegenstande befaßt. Da seine Arbeit im Original schwer

---

[1]) Der Eintritt der alkalischen oder sauren Reaktion bei der Behandlung des Mineralpulvers kann durch sehr verschiedene Ursachen bedingt sein, die durchaus nicht immer klar zutage liegen. Nur bei sehr wenigen Mineralkörpern ist die Erklärung ihres Verhaltens so einfach wie bei den Sulfiden oder Karbonaten. (Vgl. Brauns, o. z.)

Bei einfach zusammengesetzten Silikaten, z. B. beim Olivin, der erst nach längerer Zeit reagiert, spielt vielleicht die Einwirkung atmosphärischer Kohlensäure eine Rolle. Bei den komplizierter zusammengesetzten Silikaten ist eine Deutung der Erscheinungen sehr schwierig, da man nicht weiß, ob diese als solche oder, was wahrscheinlicher ist, ob erst ihre infolge der Einwirkung des Wassers entstandenen Zersetzungsprodukte bei ihrer Dissoziation die Reaktion hervorrufen. Salze schwacher Säuren werden im allgemeinen alkalisch, Salze von im Verhältnis zur Säure schwachen Basen sauer reagieren. (Vgl. Ostwald o. z.)

[2]) In seiner vorletzten Publikation über den Gegenstand verspricht Kenngott, Versuche über die saure Reaktion anzustellen. Ich konnte über eine Bekanntgabe derselben nichts in Erfahrung bringen.

Digitized by Google

zugänglich ist und, soweit ich in Erfahrung bringen konnte, weder in mineralogischen noch chemischen Fachzeitschriften referiert wurde, sollen die Hauptresultate seiner Untersuchung hier angeführt werden.

Nach Herrn Hoffmann sind die von ihm untersuchten Minerale in gewöhnlichem Wasser als solche löslich. Er schließt dies aus der Übereinstimmung der Analysen des Ausgangsmateriales mit denen der monatelang der Einwirkung von Wasser ausgesetzten Silikate (Vesuvian, Epidot, Chlorit, Olivin, Kaliglimmer, Magnesiaglimmer, Talk).

Daß die Folgerungen Hoffmanns nicht auf alle Silikate angewendet werden dürfen, zeigt das von mir geprüfte Verhalten des geschlämmten Datolithpulvers.

Die Löslichkeit der Silikate steht zufolge Herrn Hoffmann in keinem bestimmten Verhältnis zur Intensität ihrer alkalischen Reaktion; dieselbe sei vielmehr allein abhängig von der chemischen Zusammensetzung der Minerale, derart, „daß alle ein Monoxyd enthaltenden basischen und normalen Salze der Kieselsäure (mit Ausnahme der vorwiegend Mg O enthaltenden) ähnlich den Salzen der Kohlensäure an und für sich diese Eigenschaft zeigen, diejenigen dagegen, bei denen das Verhältnis von $SiO_2 : RO$ die Zahlen 3:1 übersteigt, keine Wirkung auf Lackmuspapier hervorbringen".

Die Versuche an den nach Kenngott und Hoffmann nicht reagierenden Silikaten (z. B. Petalit) haben ergeben, daß dieselben, geeignet behandelt, dennoch reagieren.

Die Hoffmannsche Regel kann sich demnach nur auf Intensitätsunterschiede der Reaktion beziehen.

Die Untersuchungen von Herrn J. Unterweissacher (bei Dölter o. z.) beziehen sich bloß auf Sulfide und Oxyde und fallen deshalb bei unserer Versuchsreihe wenig in Betracht.

Bei der Ausführung der Versuche wurde wie folgt vorgegangen: Das Mineral wurde in der von Kenngott angegebenen Weise in einer Achatschale fein gepulvert[1]), hierauf mit destilliertem Wasser ange-

[1]) Schuppige Minerale wurden unter Wasser verrieben, so Pyrophyllit, Talk usw. — Das Schlämmen des Pulvers ist nicht zu empfehlen, da es die Reaktion unter Umständen stark beeinträchtigt. So verhält sich geschlämmter Datolith von Toggiana anders als das bloß zerstoßene Pulver des Minerals, indem letzteres sehr stark alkalisch reagiert, während das geschlämmte Material das Reagenzpapier nur schwach bläut.

Digitized by Google

feuchtet und nach Hinzufügung des Reagenzpapieres mit einem Glassturze bedeckt stehen gelassen.

Bei manchen Mineralen, zum Beispiel den Kaolinen, tritt die Reaktion fast momentan ein, bei anderen muß man eine Zeitlang zuwarten, bisweilen sogar mehrere Stunden.

Es empfiehlt sich, das Mineral nach dem Anfeuchten in kleine Häufchen zu zerteilen und erst dann das spitz zugeschnittene Reagenspapier aufzulegen. Bei einem derartigen Verfahren offenbaren sich selbst die schwächsten Reaktionen, da die unter dem Papiere durchschimmernden Mineralhäufchen sich infolge der eintretenden Reaktion von dem nicht durch die Reaktion berührten Papiere ihrer nächsten Umgebung sehr scharf abheben.

Die Einflußnahme des verwendeten Gefäßes auf die Reaktion ist, wie ich mich durch speziell zu diesem Zwecke angestellte Versuche überzeugt habe, zu unbedeutend, um berücksichtigt werden zu müssen.

Man kann ebensogut Uhrgläser als Platingefäße oder Achatschalen zu den Versuchen verwenden.

Von größerer Bedeutung ist die Einwirkung des Arbeitsraumes. Es braucht wohl nicht erst daran erinnert zu werden, daß die Versuche in einem Raum ausgeführt werden müssen, in dem nicht mit flüchtigen Säuren oder Ammoniak gearbeitet wird. Auch das Rauchen soll bei Ausführung der Experimente unterbleiben.

Als Reagens wurde bloß Lackmuspapier — blaßrotes und sogenanntes neutrales — verwendet. Tinkturen des Lackmusfarbstoffes und von Phenolphtalein (bei Prüfung auf alkalische Reaktion) erweisen sich als durchaus unbrauchbar trotz der ungemeinen Empfindlichkeit des letzteren Reagens. Als außerordentlich verwendbar erwies sich das sogenannte neutrale Lackmuspapier von violetter Färbung, während das blaue Reagenzpapier als gänzlich ungeeignet zu unseren Versuchen erkannt wurde.

Die Ursache hierfür ist leicht zu erkennen, sie liegt in der starken Einflußnahme des Massenwirkungsgesetzes auf die in Betracht kommende Reaktion.

Zwecks der Vergleichung der Intensität des Reaktionsfarbentons erwies sich folgende auf Grund der Versuche gewonnene Tabelle als geeignet:

Digitized by Google

Bezeichnung des Grades der Reaktion	Saure Reaktion	Alkalische Reaktion
sehr stark	Markasit[1])	Apophyllit
stark	Nontronit	Olivin
mittelstark	Kaolin	Bronzit
schwach	Pyrophyllit, Magnetkies	Kalkspat

Es soll indessen betont werden, daß die aufgeführten Angaben über den Grad der Intensität nicht immer genau vergleichbar sind, da von manchen seltenen Mineralen nur eine ganz geringe Menge von Material (höchstens $0{\cdot}1\,g$) zur Verfügung stand, welche geringe Materialmenge im Vergleiche mit den in großen Quantitäten ($1—2\,g$) untersuchten Mineralien ganz andere Intensitäten der Reaktionen zur Folge haben muß.

Bei den Untersuchungen wurden vor allem die Silikate berücksichtigt, von denen eine saure Reaktion nach den gemachten Erfahrungen zu erwarten war.

Nur wenige Mineralgattungen, die bereits von Kenngott geprüft worden waren, wurden mit in die Untersuchung einbezogen, einerseits solche, welche zweifelhafte Resultate ergeben hatten, andrerseits Minerale, deren Reaktionsgrad ich mit den übrigen von mir geprüften Mineralen vergleichen wollte.

Hinzugezogen wurden eine Reihe neu aufgestellter oder seltenerer Minerale.

Die geprüften Minerale erscheinen in drei Tabellen angeordnet: die Tabelle I enthält Minerale der Opalgruppe, ferner künstliche wasserhaltige Kieselsäuren, die aus Mineralen dargestellt wurden. Die Tabelle II umfaßt Minerale der Ton- und Nontronitgruppe und in der Tabelle III werden Minerale aus verschiedenen Gruppen der Silikate nebst einigen anderweitigen Verbindungen aufgeführt.

[1]) Das Mineral darf nicht vitrioleszieren, wie es bei den meisten Vorkommen desselben der Fall ist. Ich verwendete M. von Littmitz.

Digitized by Google

Tabelle I. **Opalgruppe.**

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
1.	Hyalith	Waltsch	—	mittelstark
2.	Opal	Czerwenitza, weingelb, durchsichtig	—	sehr schwach
3.	Feueropal	Zimapan	—	sehr schwach
4.	Milchopal	San Piero, Elba	—	sehr schwach
5.	Halbopal	Biliner Gegend, braun, aus Diatomeenschiefer entstanden	—	schwach
6.	Polierschiefer	Kutschlin	—	schwach
7.	Tabaschir	Persien	—	sehr schwach
8.	SiO_2 pseudomorph nach Biotit (Lepidomelan) von Schüttenhofen	Künstlich dargestellt durch Behandlung mit HCl	—	sehr stark
9.	SiO_2 pseudomorph nach Heulandit von Island	Künstlich dargestellt durch Behandlung mit HCl	—	schwach
10.	Chalcedon	Trestya, traubig, himmelblau	keine Reaktion	—

Digitized by Google

Tabelle II. Tongruppe und Nontronitgruppe.

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
11.	Kaolin	National Belle Mine, krystallisiert	—	mittelstark
12.	Kaolin	Dep. Haute Vienne, Frankreich, krystallisiert	—	stark
13.	Kaolin	Regens bei Iglau	—	mittelstark
14.	Kaolin	Rochlitz, Sachsen, sog. „Myelin“	—	sehr stark
15.	Kaolin	Hafnerzell bei Passau	—	mittelstark
16.	Kaolin	Brand bei Freiberg sog. „Nakrit“, krystallisiert	—	schwach
17.	Kaolin	Kunnerstein, Sachsen krystallisiert, sog. „Nakrit“	—	schwach
18.	Kaolin	Idria, Josephischacht VI. Gang, krystallinisch, sog. „Tuesit“	—	mittelstark
19.	„Walkerde“	Steiermark	—	sehr stark
20.	Bol	? , ziegelrot	—	schwach
21.	Tuffit	Böhmisches Mittelgebirge rot, tonartig	—	mittelstark

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
22.	Halloysit	Steinbrück	—	stark
23.	Allophan	Betlér, Ungarn, himmelblau	—	sehr stark
24.	Kollyrit	Schemnitz	—	sehr stark
25.	Pyrophyllit	Ottrez	—	schwach
26.	Pyrophyllit	Spaa	—	schwach
27.	Pyrophyllit	Schweden	—	schwach
28.	Pyrophyllit	Riedbachschlucht bei St. Nikolaus im Kt. Wallis, apfelgrün	—	schwach
29.	Pyrophyllit	auf der Etikette als „Talk“ von Ala bezeichnete apfelgrüne Varietät	—	schwach
30.	Pyrophyllit	Sibirien „Beresowsk“, apfelgrün	—	schwach
31.	Pyrophyllit	Grunville Co., Nord-Karolina	—	schwach
32.	Pyrophyllit	Graves Mts., Georgia	—	schwach
33.	Pyrophyllit	Drifton, Pennsylvania, faserig in Kohle	—	sehr schwach
34.	Pyrophyllit	Brasilien	—	schwach

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (−) Reaktion	Intensität der Reaktion
35.	Agalmatolith	China	—	mittelstark
36.	Bravaisit	Noyant, Frankreich	—	sehr stark
37.	Hygrophilit	Halle, Original von Laspeyres	—	schwach
38.	Rectorit	Marble Township	—	sehr stark
39.	Nontronit	Dep. Haute Vienne	—	stark
40.	Nontronit	Regens bei Iglau (Chloropal)	—	sehr stark
41.	Nontronit	Andreasberg (Chloropal)	—	sehr stark
42.	Nontronit	Hafnerzell bei Passau (Chloropal)	—	schwach
43.	Chloropal	Unghvar	—	mittelstark
44.	Pinguit	Wolkenstein	—	mittelstark
45.	Wolkonskoit	Perm	+	sehr schwach
46.	Pyrosmalith	Nordmarken	+	mittelstark
47.	Garnierit	Neukaledonien	—	schwach
48.	Polyhydrit	Breitenbrunn, leberbraun mit $CaCO_3$ gemengt	—	mittelstark

Digitized by Google

Tabelle III. **Silikate verschiedener Gruppen und einige anderweitige Minerale.**

Die mit einem Sternchen bezeichneten Mineralgattungen hatte bereits Kenngott untersucht.

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
49.	Olivin*	Kapfenstein	+	stark
50.	Olivin*	aus dem Gletscherschutt von Jan Mayen	+	stark
51.	Fayalit	Muldner Hütte, Hüttenprodukt	+	mittelstark
52.	Fayalit	Přibram, Hüttenprodukt	+	mittelstark
53.	Chondrodit	Nyakkopparberg	+	stark
54.	Tephroit	Längbansbyttan	+	stark
55.	Phenakit	Katharinenburg	+	mittelstark
56.	Bertrandit	Pisek	+	schwach
57.	Lievrit	Elba	keine Reaktion	—
58.	Lievrit	Elba, geschlämmtes Pulver	—	äußerst schwach
59.	Bronzit	Kraubat	+	mittelstark
60.	rhombischer Pyroxen	Kapfenstein, aus den Olivinbomben	+	mittelstark
61.	Rhodonit	Jakobeni	+	schwach

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
62.	Anthophyllit	Dürrenstein bei Krems	+	stark
63.	Skapolith	Finnland, graue Krystalle	+	schwach
64.	Melilith	Vesuv	+	stark
65.	Gehlenit	Monzoni	+	stark
66.	Labradorit [1])	Labrador	+	schwach
67.	Petalit*	Elba	+	schwach
68.	Andalusit	Tillenberg	+	sehr schwach
69.	Disthen	Newton Mass.	+	sehr schwach
70.	Prismatin	Waldheim	+	schwach
71.	Sapphirin	Grönland	+	mittelstark
72.	Turmalin*	„Rubellit“ von Arendal	+	schwach
73.	Almandin*	Grönland	+	schwach
74.	Pyrop	Třiblitz	+	schwach
75.	Kalktongranat*	Cziklowa	+	stark
76.	Melanit	Frascati	+	mittelstark

[1]) Albit und Anorthit waren von Kenngott geprüft worden.

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
77.	Thomsonit*	Radobyl bei Leitmeritz	+	schwach
78.	„Mesolith“	Hauenstein, Verwachsung von Thomsonit und Natrolith	+	stark
79.	Chabasit*	Salesl a. d. E.	+	schwach
80.	Harmotom*	Schottland	+	schwach
81.	Zeophyllit	Großpriesen	+	sehr stark
82.	Zeophyllit	Radzein	+	sehr stark
83.	Kieselzinkerz*	Aachen	+	sehr schwach
84.	Dioptas	Kirgisensteppe	+	mittelstark
85.	Chrysokoll	Nischne-Tagilsk	—	sehr stark
86.	Gymnit	Fleims	+	stark
87.	Meerschaum	Theben, Griechenland	+	anfänglich mittelstark sauer, dann schwach alkalisch reagierend, vielleicht mit Opal gemengt

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
88.	Talk*	Ural, apfelgrünes Spaltstück	+	stark
89.	Talk	Greiner, klares Spaltstück	+	stark
90.	Talk	Hrubschitz	+	schwach
91.	Talk	Mautern, dicht	+	stark
92.	Speckstein	Persien	+	schwach
93.	Speckstein	Göpfersgrün	+	schwach
94.	Cronstedtit	Přibram	+	mittelstark
95.	Sericitschiefer	Aspang, „Leukophyllit“	+	mittelstark
96.	Sericit	Aspang, „Leukophyllit“, Rohmaterial zur Gewinnung eines bei der Papierfabrikation an Stelle von Kaolin verwendeten Produktes	—	schwach
97.	Sericit	Aspang „Leukophyllit“, minderwertiges Schlämmprodukt	+	schwach

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
98.	Sericit	Aspang, „Leukophyllit", feinstes Schlämmprodukt	+	mittelstark
99.	Sericit	Aspang, „Pyknophyllit", Original von Starkl	+	sehr schwach
100.	Sericit	St. Johann in Tirol, aus Sericitschiefer	—	schwach
101.	Sericit	Naurod, analysiert von Schwager	+	schwach
102.	Gilbertit	Montebras	+	schwach
103.	Damourit	Stauros in Attika	+	mittelstark
104.	Seladonit	Kaaden	+	schwach
105.	Seladonit	Mte. Baldo	+	mittelstark
106.	Hibschit	Aussig, durch Essigsäure vom umhüllenden Kalkspat getrenntes Analysenmaterial	—	mittelstark

Digitized by Google

Nr.	Name des Minerals	Fundort (ev. kurze Charakteristik)	Alkalische (+) oder saure (—) Reaktion	Intensität der Reaktion
107.	Hibschit	Aussig, durch konz. Essigsäure getrennt, analysiert zur Kaolinformel führend	—	stark
108.	Hibschit	Aussig geglüht	+	mittelstark
109.	Lawsonit	Tiburon, Kalifornien	+	mittelstark
110.	Karpholith	Harz	+	schwach
111.	Karpholith	Schlaggenwald	+	mittelstark
112.	Ardennit	Salm-Chateau	+	schwach
113.	Buchitglas	Poratschberg bei Bilin	+	schwach
114.	Magnetkies	?	—	schwach, bedeutend schwächer als Pyrit oder Markasit reagierend
115.	Auripigment	Kreševo, Bosnien	—	mittelstark
116.	Apatit*	Iumilla	+	mittelstark

Digitized by Google

Meinem Lehrer Herrn Prof. Becke, welcher mir die gütige Erlaubnis zur Benutzung unserer Universitätssammlung behufs Entnahme von Proben gestattete, sei hier der aufrichtigste Dank ausgesprochen, desgleichen der löblichen Leitung des k. k. Hofmuseums, deren Liberalität ich 14 Proben verdanke.

Außerdem bin ich noch dem Herrn stud. jur. Veidl und meinem Freunde Herrn A. Himmelbauer für die freundliche Überlassung von Mineralfragmenten und -Pulvern zu Dank verpflichtet.

Ich habe die Absicht, bei Gelegenheit noch weitere Versuche über die Farbstoffreaktionen der Minerale (insbesondere der isodimorphen Karbonate) auszuführen.

Digitized by Google

XXV. Literatur.

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

Brauns R.: Die zur Diabasgruppe gehörenden Gesteine des rheinischen Schiefergebirges. — Sitzungsber. der königl. preuß. Akad. der Wiss., 1905, XXX.

Dalmer K.: Zur Theorie der Genesis der archäischen Formation des Erzgebirges. — Zentralbl. f. Min. etc., 1904, Nr. 18, pag. 566—571. Stuttgart 1904.

Duparc L. et Mrazec L.: Sur le minéral de fer de Troitsk (oural) du Nord. — Bull. de la soc. des sc. de Bucarest, An. XIII, Nr. 1 et 2, pag. 35—37. Bukarest 1904.

Hobbs W. H.: Tectonic geography of southwestern New England and southeastern New York. — Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 15, 1903.

Derselbe: Origin of the channels surrounding Manhattan Island, New York. — Bull. of the Geological society of America, Vol. 16, pag. 151—182. Rochester 1905.

Katzer F.: Die geologische Entwicklung der Braunkohlenablagerung von Zenica in Bosnien. — Wissenschaftl. Mitt. aus Bosnien und der Herzegowina, Bd. IX, 1904. Wien 1904.

Kraus E. H.: Occurence and distribution of Celestite-bearing rocks. — Am. Journ. of Sc., XIX, April 1905, pag. 286—293.

Derselbe: On the origin of the caves of the island of Put-In-Bay, lake Erie. — American Geologist, XXXV, 1905, pag. 167—171.

Láska W.: Ziele und Resultate der modernen Erbebenforschung. V. Die Erdgestalt. — Natur und Offenbarung, Bd. 51. Münster 1905.

Loewinson-Lessing F.: Petrographische Untersuchungen im zentralen Kaukasus (Digorien und Baikalien). — Verh. der kais. russ. min. Ges., XLII, Lief. 2, pag. 237—280. St. Petersburg 1905.

Manasse E.: Di alcune leucotefriti di S. Maria del Pianto nei campi Flegrei. — Proc. verbali della Società Toscana di scienze naturali, 12 marzo 1905.

Derselbe: Sopra alcune rocce eruttive della Tripolitania. — Boll. della Società Geolog. It., XXIV (1905), pag. 137—146. Roma 1905.

Mann O.: Zur Kenntnis erzgebirgischer Zinnerzlagerstätten. I. Die Zinnerzlagerstätten von Gottesberg und Brunndöbra bei Klingenthal in Sachsen. — Abh. der naturw. Ges. Isis in Dresden, 1904, H. 2, pag. 61—73.

Merriam J. C.: A primitive Ichthyosaurian, limb from the middle Triassic of Nevada. — University of California publications, Vol. 4, Nr. 2, pag. 33—38. Berkeley.

Mrazec L. u. Duparc L.: Über die Brauneisenlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural. (Kreis Solikamsk des Permschen Gouvernements.) — Öst. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., LI, 1903. Wien 1903.

Digitized by Google

Mrazec L.: Distribuirea Geologică a zonelor petrolifere in România. Bucuresci 1903.

Derselbe: Feuille Verciorova-Turnu-Severin. — Bull. de la soc. des sc. physiqu. de Bucarest, Nr. 11—12, 1895. Bukarest 1895.

Derselbe: Sur l'existence d'anciens glaciers sur le versant sud des Carpathes Méridionales. — Bull. soc. inginerilor şi industriaşilor de Mine, Vol. III, fasc. I—III, anal 1899. Bucuresci 1899.

Derselbe: Contribution à l'étude pétrographique des roches de la Zone centrale des Carpathes du Sud. — Bull. de la soc. des sc. physiqu. de Bucarest, Nr. 1—2, 1896. Bukarest 1896.

Derselbe: Lacs salés de la Roumanie. — Archives des Scienc. physiqu. et nat. Quatrième période. Tom. XI. Juin 1901. Genève 1901.

Derselbe: Note sur la présence de blocs étrangers dans les marnes Helvetiennes de Podenĭ noĭ (Distrikt Prahova). — Bull. de la soc. des sc. de Bucarest, An. X, Nr. 3 et 4, pag. 229—233. Bukarest 1901.

Derselbe: Sur les schistes cristallins des Carpathes Méridionales (versant roumain). — C. rend. IX. congr. géol. internat. de Vienne 1903. Vienne 1904.

Derselbe: Contribution à l'étude de la depression subcarpathique. — Bull. de la soc. des sc. de Bucarest, IX, Nr. 6, 1900, pag. 637—639.

Pelikan A.: Cordierithornfels aus dem Ričaner Kontakthofe. (Vorläufige Mitteilung.)

Prior G. T.: Note on a Pillow-Lava apparently forming a continuous horizon from Mullion Island to Gorran Haven in Cornwall. — Geol. Mag. Dec. V., Vol. I, Nr. 483, Sept. 1904, pag. 447—449.

Reinhard M.: Studiu petrografic a două eşantióne de praf atmosferic. Buletinul societăţii de sciinţe din Bucurescĭ-România, An. XIV, Nr. 1 şi 2, pag. 3—4. Bucuresci 1905.

Derselbe: Absonderung bei einem Mergel. — Bull. de la soc. des sc. de Bucarest, An. XIV, Nr. 1 şi 2. Bukarest 1905

Riva C.: Le rocce granitoidi e filoniane della Sardegna (Memoria postuma). — Atti della R. Accad. delle Scienze fis. e mat. di Napoli, Vol. XII, ser. 2ª, Nr. 9. Napoli 1905.

Schwarz H.: Über die Auswürflinge von krystallinischen Schiefern und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der schwäbischen Alb. (Inauguraldissertation.) Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, Jahrg. 1905, pag. 227—288. Stuttgart 1905.

Singer M.: Fließende Hänge. — Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Architektenvereines, 1902, Nr. 11.

Sjögren Hj.: Inneslutningar i en Gångkvarts från Salangen i Norge. — Geol. Fören., Förhandl. Nr. 233, Bd. 27, H. 2, pag. 113—116.

Derselbe: Enkrinitfynd i fjellskiffrarne vid Sulitelma. — Geol. Fören i Stockholm. Förhandl., Bd. 22, H. 2, 1900, pag. 105—115.

Derselbe: Öfversigt af Sulitelma-områdets Geologi. — Geol. Fören i Stockholm. Förhandl., Bd. 22, H. 5, 1900, pag. 437—462.

Suess F. E.: Aus dem Devon und Kulmgebiete östlich von Brünn. — Jahrb. d. k. k. Geol. R., 1905, Bd. 55, H. 1, pag. 31—50. Wien 1905.

Teisseyre W. u. Mrazec L.: Das Salzvorkommen in Rumänien. — Österr. Zeitschr. f. Berg.- u. Hüttenw., LI, 1903. Wien 1903.

Digitized by Google

Törnebohm u. A. Hennig: Beskrifning tild Blad 1 & 2 om fattande de Topografiska kartbladen Landskrona, Lund, Kristienstad, Malmö, Jetad, Simrishanon. Stockholm 1904.

Vaglini C.: Di alcuni micascisti tormaliniferi del Monte ornato presso Seravezza (Alpi Apuane). — Proc. verb. della Soc. Tosc. di sc. nat., 4. Dez. 1904. Pisa 1905.

Brauns R.: Erklärung. — Zentralbl. f. Min. etc., 1905, Nr. 11, pag. 343—345.

Neue Bücher.

Beiträge zur chemischen Petrographie. Von A. Osann. II. Teil. Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900 mit einem Anhang: Analysen isolierter Gemengteile. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), 1905. VII und 266 Seiten.

Die vorliegende Sammlung von 2431 Gesteinsanalysen ist im allgemeinen nach Rosenbusch' Elementen der Gesteinslehre geordnet. Tiefengesteine, Ganggesteine, Ergußgesteine sind gesondert, innerhalb der letzteren ältere und neuere. Innerhalb der größeren Gesteinsfamilien sind bisweilen chemisch interessante Gruppen zusammengestellt, sonst sind die Analysen geographisch geordnet. Eine Zensurierung der Analysen ist nicht vorgenommen. Die Tabellen geben außer den Prozentzahlen der Analyse das spezifische Gewicht, den Fundort, den Analytiker und die Literaturquelle, in einer Rubrik Bemerkungen den vom Autor gewählten Namen und eine kurze Angabe über die mineralogische Zusammensetzung.

Sehr wertvoll ist der Anhang von Analysen isolierter Glimmer, Hornblenden und Pyroxene.

Physikalisch-chemische Mineralogie. Von Dr. C. Doelter, Professor der Mineralogie an der Universität Graz. Mit 66 Abbild. im Text. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1905. XI und 272 Seiten.

Die rasche Entwicklung der physikalischen Chemie bringt es mit sich, daß die Mineralogie und Petrographie mehr und mehr von den Vorstellungen beeinflußt werden, die auf jenem Gebiete nach Geltung ringen. Der Verfasser hat es unternommen, die zerstreuten Arbeiten auf diesem Grenzgebiete zu sammeln. Seine eigenen Untersuchungen über Mineralsynthese, Schmelzpunkte und ähnliches finden an geeigneter Stelle ihre zusammenfassende Darstellung. Das sehr umfangreiche Material wird in 21 Kapiteln angeordnet. Daß in einem so jungen Wissensgebiet, wo die Anschauungen noch wenig geklärt sind, noch keine völlig durchgearbeitete Darstellung geboten werden kann, liegt auf der Hand. Das Buch gleicht daher mehr einer Momentaufnahme des derzeitigen Standes der Arbeiten, als einem abgeschlossenen Ganzen.

Ohne Zweifel wird es aber als ein vortrefflicher Leitfaden bei einschlägigen Untersuchungen dienen und namentlich anregend wirken, insoferne es den zwar unfertigen, aber zu vielversprechender Weiterarbeit einladenden Zustand der physikalischen Chemie der Minerale und Gesteine erkennen läßt. F. B.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.

Digitized by Google

J. H. L. Vogt. Physikalisch-chemische Gesetze der Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen. — Min. Petr. Mitt. Wien. Bd. XXIV, H. 6, pag. 437—543 (mit 18 Textfiguren). D. 7205. G. 89, H. 24.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXVI. Physikalisch-chemische Gesetze der Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen.

Von **J. H. L. Vogt** (Christiania).

In der Gesellschaft der Wissenschaften der Hauptstadt meines Vaterlandes habe ich kürzlich einige Studien über die „Silikatschmelzlösungen“ [1]) veröffentlicht, teils von technisch-metallurgischem und teils von mineralogisch-petrographischem Inhalte. Ich beabsichtigte in dieser Zeitschrift, welche das Zentralorgan der Petrographie bildet, den petrographischen Zweig meiner einschlägigen Studien fortzusetzen; zuerst gebe ich eine Übersicht über die wichtigsten physikalisch-chemischen Gesetze der Krystallisationsfolge und später eine Abhandlung „Über die anchi-monomineralischen und anchi-eutektischen Eruptivgesteine“ [2]), wo ich die Resultate der magmatischen Differentiationsvorgänge, vom physikalisch-chemischen Standpunkte gesehen, zu erleuchten versuche.

Weil ich nicht voraussetzen darf, daß alle Leser d. Z. die genügenden Vorkenntnisse der physikalischen Chemie besitzen, finde

---

[1]) Die Silikatschmelzlösungen mit besonderer Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkterniedrigung. I. Über die Mineralbildung in Silikatschmelzlösungen. II. Über die Schmelzpunkterniedrigung der Silikatschmelzlösungen. In Christiania Videnskabs-Selskabs Skrifer, math.-naturw. Klasse, 1903, Nr. 8 und 1904, Nr. 1. — Siehe auch vorläufige Mitteilungen in Teknisk Tidsskrift, Christiania, 20. Februar 1902, 6. November 1902; Chemiker-Zeitung, 12. März 1902, 26. November 1902; Geol. Fören. Förh., Märzheft 1902; Zeitschrift für Elektrochemie, 1903, Nr. 3; Bericht des V. internationalen Kongresses für angewandte Chemie zu Berlin, Juni 1903 (Bericht Nr. 2, pag. 70—90). Ferner wird auf eine metallurgische Bearbeitung meiner Arbeit in Jernkontorets Annaler, Stockholm 1905, hingewiesen.

[2]) Anchi (ἀγχι) = beinahe, nicht ganz. Von dieser Abhandlung habe ich ein Referat in der neuen Norwegischen geolog. Zeitschr., 1905, geliefert.

Digitized by Google

ich es nötig, mit einem kurzen Referat von einigen der wichtigsten Gesetze der Phasen flüssig : fest anzufangen. Dieses Referat, das ich durch Beispiele aus der Mineralogie und der Petrographie erleuchte, entnehme ich verschiedenen physikalisch-chemischen Lehrbüchern und Spezialabhandlungen; dabei stütze ich mich hier wie auch später in dieser Abhandlung auf die schon früher von mir gelieferte Darstellung in meinen Arbeiten, Silikatschmelzlös. I und II.

I. Über einige der wichtigsten für die Krystallisation aus Lösungen geltenden Gesetze.

Über die Krystallisationsvorgänge aus Lösungen, die nur aus voneinander unabhängigen Komponenten bestehen.

Mit dem Ausdruck „voneinander unabhängige" Komponenten bezeichnen wir Komponenten, die miteinander keine doppelte Umsetzung eingehen können und die weder Mischkrystalle, noch Doppelsalze miteinander bilden.

Wir beginnen mit dem Fall, daß nur zwei Lösungskomponenten a + b in gegenseitiger Lösung vorliegen, wie beispielsweise $H_2O + NaCl$, Pb + Sb oder SiO_2 (Quarz) + $KAlSi_3O_8$ (Orthoklas).

Wir benutzen die schon längst in der physikalischen Chemie übliche graphische Darstellung, Fig. 1 [1]), wo auf der Abszisse das Verhältnis a : b — gleichgültig ob in Gewichts-, Molekül- oder Atomprozenten — und auf der Ordinate die Temperatur abgesetzt ist.

T_a, T_b sind die Schmelzpunkte von a, b; die Kurven T_a—E und T_b—E sind die Erstarrungskurven; der Schnittpunkt dieser Kurven ist der eutektische (d. h. leicht schmelzbare) Punkt. [2])

In der gegenseitigen Lösung von a und b tritt eine Schmelzpunkterniedrigung ein.

Wir denken uns eine anfangs oberhalb der Erstarrungskurven erhitzte gegenseitige Lösung von a und b, und zwar mit mehr a als

---

[1]) Dieses Diagramm wurde von dem genialen Norweger C. M. Guldberg in einem Vortrag in einem wissenschaftlichen Studentenverein schon im Jahre 1858 oder 1859 benutzt. Beinahe 20 Jahre später, 1876, erschien die bekannte Arbeit von Guthrie über die Kryohydrate.

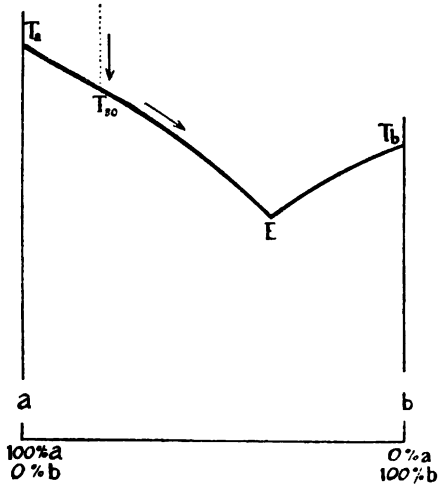
[2]) Ich verweise auf das etwas ausführlichere Referat von H. v. Jüptner in d. Z., XXIII, 1904, pag. 181—190.

Digitized by Google

es der Mischung am eutektischen Punkte (der „eutektischen Mischung“, $a_e + b_e$) entspricht, z. B. mit 80% a und 20% b. Wir werden die Krystallisationsvorgänge verfolgen, indem wir voraussetzen, daß auf jedem Stadium Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der festen Phase herrscht, oder mit anderen Worten, daß eine Übersättigung (oder Überkühlung) nicht eintritt.

Wenn die Lösung zu T_{80} (an der Erstarrungskurve T_a—E) abgekühlt ist, fängt a an, sich auszuscheiden. Bei der Aussonderung

Fig. 1.



von etwas a wächst die prozentische Menge von b in der Lösung; die Krystallisationstemperatur von a wird hierdurch herabgesetzt. Bei fortschreitender Abkühlung krystallisiert immer mehr a, graphisch ausgedrückt, längs dem Kurvenintervall T_{80}—E (der „figurative Punkt“ wandert der Kurve T_{80} bis E entlang), bis der eutektische Punkt E erreicht wird. Jetzt scheiden sich unter konstanter Temperatur b und der restierende Teil von a aus. Bei der Ausscheidung dieser eutektischen Mischung $a_e + b_e$ tritt auf jedem Stadium eine gleichzeitige Krystallisation von a und b ein.

Unter gewissen Bedingungen findet bei der Erstarrung der eutektischen Mischung eine innige Verwachsung von a_e und b_e statt; hierdurch entstehen sogenannte eutektische, nämlich makro- oder

Digitized by Google

mikro-pegmatitische (-granophyrische), -sphärolithische, -aplitische und -felsitische Strukturformen. Unter anderen Bedingungen dagegen mag die an dem eutektischen Punkte krystallisierende a-Menge (a_e) an die zuerst ausgeschiedenen Krystalle von a in der krystallographischen Orientierung derselben abgesetzt werden; die gleichzeitig krystallisierende b-Menge (b_e) bildet in diesem Falle nicht mit a_e verwachsene Individuen. Es resultiert somit unter diesen Bedingungen eine nicht eutektische Strukturform. Ich mache ausdrücklich darauf aufmerksam, daß das Fehlen von einer sogenannten eutektischen Strukturform nicht als Argument gegen die Erstarrung einer eutektischen Mischung erhoben werden darf.[1]) — Auf welchen Bedingungen die Erstarrung der eutektischen Mischung zu den sogenannten eutektischen Strukturformen beruht, ist noch nicht entschieden; wahrscheinlicherweise sind Zeit (Dauer der Abkühlung) und Viskosität[2]) der Lösung in Verbindung mit der Krystallisationsgeschwindigkeit der Komponenten die wichtigsten Faktoren.

Hätte die ursprüngliche Lösung einen Überschuß von b, im Verhältnis zu der Zusammensetzung der eutektischen Mischung geführt, wäre zuerst b ausgeschieden und später, am eutektischen Punkte, die eutektische Mischung, nämlich a und der restierende Teil von b.

Die Zusammensetzung der eutektischen Mischung $a_e + b_e$ ist bei demselben Druck konstant. Vom Druck wird die Zusammensetzung des Eutektikums etwas, obwohl nicht sehr stark, verschoben.[3]) Aus dieser Verschiebung folgt, daß die eutektische Mischung nicht, wie es anfangs von Guthrie und auch gelegentlich von einigen Forschern in den späteren Jahren angenommen ist, eine bestimmte stöchiometrische Zusammensetzung haben kann.

Wo die Übersättigung außer Betracht gesetzt werden kann, krystallisiert dasjenige Mineral, das im Überschuß im Verhältnis zu der eutektischen Mischung vorhanden ist, zu-

[1]) Mehrere Bemerkungen in dem Abschnitt „Fehlen der Eutektstruktur" von Doelter, in Silikatschm. III, finde ich irreleitend.

[2]) Die sauren Eruptivmagmen sind im großen ganzen gerechnet viel viskoser als die basischen; und gerade in den sauren Eruptivgesteinen begegnen wir häufig sehr ausgeprägten eutektischen Strukturformen.

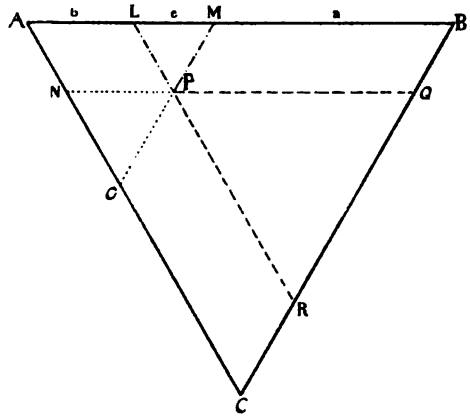
[3]) Siehe hierüber Silikatschmelzlös. II, pag. 208—214, und einen unten folgenden Abschnitt.

Digitized by Google

erst[1]); oder in anderem Wortlaut ausgedrückt, maßgebend für die Reihenfolge der Ausscheidung sind nicht die Schmelztemperaturen, sondern die Zusammensetzung der Schmelze, verglichen mit der des eutektischen Gemisches.[2])

Der Verlauf der eben besprochenen Erstarrungskurven läßt sich aus van't Hoffs Gesetz von der molekularen Schmelzpunkterniedrigung ableiten; hierauf kommen wir unten zurück.

Fig. 2.



Die Krystallisationsvorgänge bei drei voneinander unabhängigen Komponenten[3]) (oder im ternären System) erleuchten wir ebenfalls graphisch.

In dem gleichschenkeligen Dreieck A B C, Fig. 2, wo A L, L M und M B die prozentischen Mengen von a, b und c darstellen, gibt P in einfacher Weise die betreffende Zusammenstellung dar (PQ = PR = a; PN = PO = b; PM = PL = c). — An Fig. 3 *a* ist die Temperatur an

[1]) Zitat nach meiner vorläufigen Mitteilung in Geolog. Fören. Förh., Märzheft 1902.

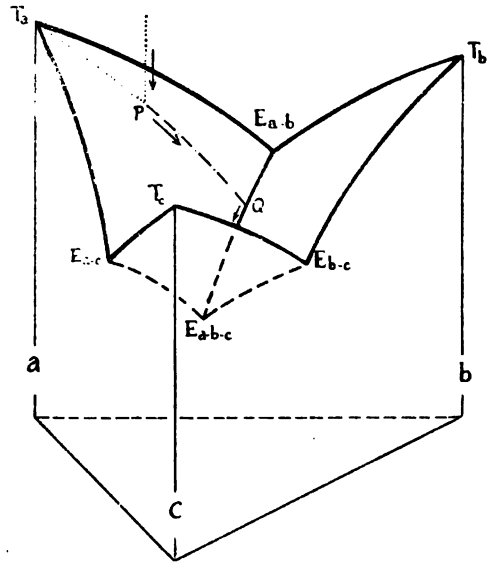
[2]) Zitat nach W. Meyerhoffer, Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge der Mineralien, Zeitschr. f. Kryst. Min., XXXVI, Maiheft, 1902.

[3]) Kürzlich haben H. W. Bakhuis Roozeboom und A. H. W. Aten in Zeitschr. f. phys. Chemie., LIII, Oktoberheft, 1905, eine Abhandlung über die mehr komplizierten „Gleichgewichte zwischen festen und flüssigen Phasen in ternären Systemen, welche pseudo-binär sind, mit Anwendung zur Erklärung anomaler Schmelz- und Lösungserscheinungen", geliefert. Ich finde es in dieser kurzen Übersicht nicht nötig, auf die pseudo-unären, pseudo-binären und pseudo-ternären Systeme einzugehen.

Digitized by Google

der Ordinate abgesetzt; Fig. 3*b* stellt die Horizontalprojektion von Fig. 3*a* dar.

Fig. 3*a*.



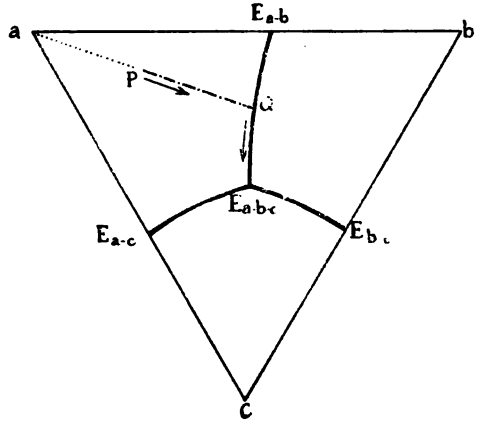


Fig. 3*b*.

In den binären Kombinationen a : b, a : c und b : c (siehe Fig. 3*a*) haben wir die Erstarrungskurven T_a—E_{a-b}, T_b—E_{a-b} usw. samt den binären eutektischen Punkten E_{a-b} usw. In dem ternären System

Digitized by Google

begegnen wir Erstarrungsflächen, $T_a—E_{a—b}—E_{a—b—c}—E_{a—c}$ usw., die einander in den Kurven $E_{a—b}—E_{a—b—c}$ usw. schneiden.

Der Schnittpunkt der drei Erstarrungsflächen, nämlich der ternäre eutektische Punkt $E_{a—b—c}$, hat einen niedrigeren Schmelzpunkt als der niedrigste der drei binären eutektischen Punkte $E_{a—b}$, $E_{a—c}$ und $E_{b—c}$.

Wir werden die Krystallisationsvorgänge einer ternären Lösung a+b+c von der Zusammensetzung P (siehe Fig. 3*a* und 3*b*) verfolgen, indem wir voraussetzen, daß keine Übersättigung eintritt.

Bei der Abkühlung herab zu Punkt P an der Erstarrungsfläche $T_a—E_{a—b}—E_{a—b—c}—E_{a—c}$ fängt a an, sich auszuscheiden. Bei dieser Ausscheidung von a wird das quantitative Verhältnis zwischen b und c in der Lösung nicht verschoben; bei der fortgesetzten Abkühlung vollzieht sich somit die Ausscheidung von a nach der Kurve P—Q auf Fig. 3*a*, welche Kurve in der Projektion Fig. 3*b* eine gerade Linie P—Q darstellt. Bei Q beginnt eine gleichzeitige Krystallisation von a und b, die sich bei fortgesetzter Abkühlung nach der Linie Q—$E_{a—b—c}$ vollzieht und bei $E_{a—b—c}$ findet eine Erstarrung des ternären Eutektikums $a_e+b_e+c_e$ statt.

Wir begegnen also hier drei Krystallisationsstadien: zuerst nur Ausscheidung von a, dann von a und b gleichzeitig und zum Schluß gleichzeitig von allen drei Komponenten in der ternären eutektischen Mischung.

In Systemen mit noch mehreren voneinander unabhängigen Komponenten bleibt das generelle Gesetz für die Krystallisationsfolge bestehend; die Krystallisationsfolge wird aber selbstverständlich etwas mehr kompliziert.

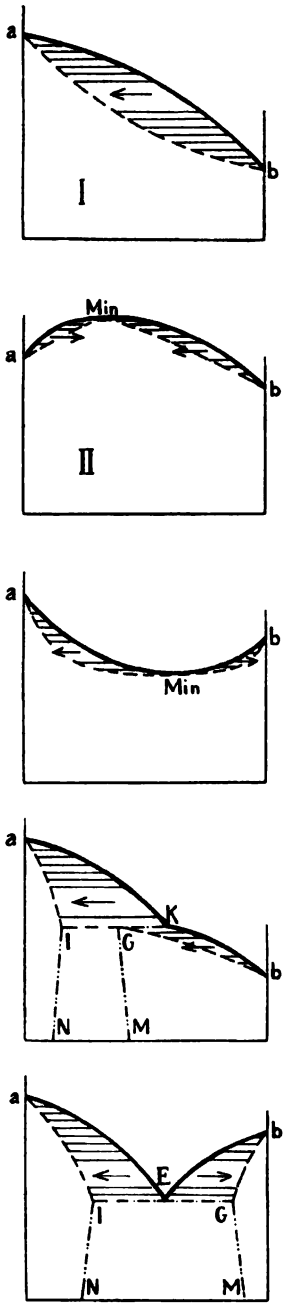
Über die Erstarrung der Mischkrystalle.

Die Erstarrungsgesetze der Mischkrystalle sind zuerst in der letzteren Zeit erforscht worden, namentlich von H. W. Bakhuis Roozeboom in seiner grundlegenden Arbeit „Erstarrungspunkte der Mischkrystalle zweier Stoffe“ [1]), wo aus thermodynamischen Gründen die Erstarrungstypen homogener Schmelzen zweier Komponenten, die bei Erstarrung Mischkrystalle liefern, abgeleitet werden.

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie, XXX, 1899.

Digitized by Google

Fig. 4.



Man hat drei Fälle mit im ganzen fünf Typen zu unterscheiden:

Fall *A*. Die Schmelzen erstarren zu einer kontinuierlichen Reihe von Mischkrystallen derselben Art.

Typus I. Die Erstarrungspunkte aller Mischungen liegen zwischen den Erstarrungspunkten der beiden Komponenten.

Typus II. Die Erstarrungskurve weist ein Maximum auf.

Typus III. Die Erstarrungskurve weist ein Minimum auf.

Fall *B*. Die Schmelzen erstarren zu einer unterbrochenen Reihe von Mischkrystallen derselben Art.

Fall *C*. Die Schmelzen erstarren zu zweierlei Krystallarten.

Typus IV. Die Mischungsreihe im festen Zustande hat eine Lücke, die Erstarrungskurve einen Umwandlungspunkt (Knickpunkt K), gelegen zwischen den Erstarrungspunkten der beiden Komponenten.

Typus V. Die Mischungsreihe im festen Zustande hat eine Lücke; die Erstarrungskurve besteht aus zwei Teilen, welche von den Erstarrungspunkten der Komponenten sich ausdehnen bis zu einem niedriger gelegenen eutektischen Punkte (E).

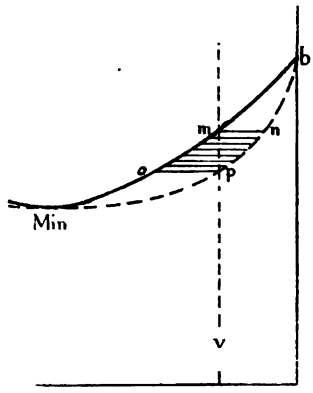
Die Schmelzen am Maximumspunkt bei Typus II, bzw. am Minimumspunkt bei Typus III erstarren homogen; sonst hat der zuerst ausgeschiedene Mischkrystall eine andere Zusammensetzung als die Lösung.

Digitized by Google

Die fünf Typen erleuchten wir durch die nebenstehende, Roozebooms Arbeit entnommene graphische Darstellung (Fig. 4), wo die Ordinate die Temperatur und die Abszisse das prozentische Verhältnis der beiden Komponenten repräsentieren. Die dick ausgezogene Linie bezeichnet die Erstarrungstemperatur der Schmelze und die punktierte Linie die Zusammensetzung (Verhältnis a : b) des in jedem Stadium resultierenden Mischkrystalls.

Bei den Typen IV und V mag eine Entmischung der zuerst gebildeten homogenen Mischkrystalle bei sinkender Temperatur eintreten, nämlich längs der Kurven GM und JN (Fig. 4), wenn dieselben

Fig. 5.



den an der Fig. 4 angegebenen Verlauf (Annäherung nach 100% a, bzw. 100% b) haben; hierauf kommen wir unten bei der Besprechung der Perthitstruktur der Feldspate zurück.

Zu näherer Erläuterung zitiere ich nach Roozeboom (l. c.) und Reinders[1]), indem ich auf Fig. 5 (rechter Schenkel des Typus III) verweise:

„1. Die Abkühlung geschieht sehr langsam; alle Verzögerung bleibt ausgeschlossen. Die Erstarrung einer Schmelze von einer Konzentration v fängt an bei m.[2]) Es scheiden sich die Krystalle n aus. Die Zusammensetzung der Schmelze ist jetzt geändert und während der Abkühlung durchläuft sie alle Punkte von m bis o. Die

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie, XXXII, 1900.

[2]) Die Übersättigung wird hier außer Betracht gesetzt.

Digitized by Google

zuerst gebildeten Krystalle sind aber nicht im Gleichgewicht mit der geänderten Schmelze. Auch sie werden ihre Zusammensetzung ändern und bei sinkender Temperatur die Punkte von n bis p durchlaufen. Bei der Temperatur von o (oder p) geht die letzte Menge Schmelze in festen Zustand über und ist alles erstarrt zu homogenen Mischkrystallen von der Zusammensetzung v.

2. Die Abkühlung findet schnell statt. In diesem Falle besteht die Möglichkeit, daß die zuerst gebildeten Krystalle nicht oder wenig imstande sind, sich mit der neuen Schmelze ins Gleichgewicht zu setzen. Die Flüssigkeit setzt alsdann bei jeder niedrigen Temperatur etwas andere Krystalle ab, deren Zusammensetzung links von n gelegen ist. Sinkt die Temperatur bis zum Minimum, dann haben Flüssigkeit und Krystalle gleiche Zusammensetzung und die letzte Menge wird erstarren zu Krystallen von der Zusammensetzung wie Minimum. Die erstarrte Menge besteht in solchem Fall aus Mischkrystallen verschiedener Zusammensetzung, die zwischen n und Minimum liegen."

Die Richtigkeit dieser Theorie ist durch eine ganze Reihe experimenteller Untersuchungen in den Laboratorien von B. Roozeboom in Amsterdam (hauptsächlich über Salze) und von G. Tammann in Göttingen (hauptsächlich über Metalle) festgestellt worden.

Die in mineralogischen und petrographischen Studien häufig zitierte Behauptung von F. W. Küster, nämlich daß die Schmelzpunkte isomorpher Mischungen eine physikalische Eigenschaft rein additiver Natur bilden, ist nach Roozeboom nicht richtig.

Roozebooms grundlegende Arbeit, die sich auf Mischkrystalle mit nur zwei Komponenten bezieht, ist später durch den ebenfalls holländischen Chemiker F. A. H. Schreinemakers fortgesetzt worden, indem dieser die „Mischkrystalle in Systemen dreier Stoffe" erforscht hat.[1]) Von den überaus zahlreichen Fällen, welche hier eintreten können, werden wir unten einige besprechen, besonders diejenigen Fälle, welcher die Kombinationen Or : Ab : An und Or : Ab : Quarz angehören.

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie, L, 1904 und LI, LII, 1905; von seiner Abhandlungsreihe über das vorliegende Thema sind bisher (November 1905) nur die drei ersten Teile erschienen.

Digitized by Google

Über den Einfluß der Übersättigung (Überkaltung).

Zur Erleuchtung der Überkaltung nehmen wir Wasser als Beispiel.

„Bei einiger Vorsicht kann man Wasser auf mehrere Grade unter Null abkühlen, ohne daß es fest wird. Es erstarrt in diesem überkalteten Zustande sofort, wenn man es mit einem Stückchen Eis in Berührung bringt, indem es sich dabei auf 0° erwärmt. Schützt man es gegen eine solche Berührung, so kann man es, wenn es nur wenige Grade überkaltet ist, beliebig lange flüssig halten. Wird dagegen die Überkaltung weiter getrieben, so erfolgt eine freiwillige Erstarrung auch ohne die Gegenwart von fertigem Eis .... Man bezeichnet .... das zunächst dem Schmelzpunkte liegende Überkaltungsgebiet mit dem Namen metastabil."[1])

Und bezüglich der Übersättigung: „Lösungen, deren Konzentration geringer ist, als die der gesättigten Lösung, heißen ungesättigt; solche mit größerer Konzentration übersättigt. Beide Arten sind für sich beständig, die ungesättigten Lösungen unbegrenzt, die übersättigten innerhalb gewisser Grenzen, die von der Natur der Stoffe und der Temperatur abhängen." Die Übersättigung wird — in nicht allzu viskosen Lösungen — aufgehoben durch Zusatz (Impfung) des betreffenden Stoffes oder eines damit isomorphen Stoffes in festem Zustande[2]); wie es von Ostwald nachgewiesen ist, genügt hierzu für die gewöhnlichen, dünnflüssigen Salzlösungen selbst nur eine winzige Menge, wie 10^{-12} bis $10^{-9} g$ des betreffenden Stoffes in der festen Phase. Ferner wird der Grad der Übersättigung durch Schütteln oder Rühren heruntergesetzt. „Wird der Übersättigungsgrad gesteigert durch Abkühlung der Lösung eines Stoffes, dessen Löslichkeit mit der Temperatur zunimmt, so geht die Lösung aus dem Zustande, wo sie freiwillig (s. ohne Zusatz von Impfstoff) nichts abscheidet, in den über, wo auch ohne die Gegenwart der festen Phase die Ausscheidung eintritt. Man nennt den ersten Zustand den metastabilen, den zweiten den labilen." ... „Die verschiedenen polymorphen Formen eines gegebenen Stoffes haben demselben Lösungsmittel gegenüber verschiedene Sättigungskon-

[1]) Zitat nach W. Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie, 1900.

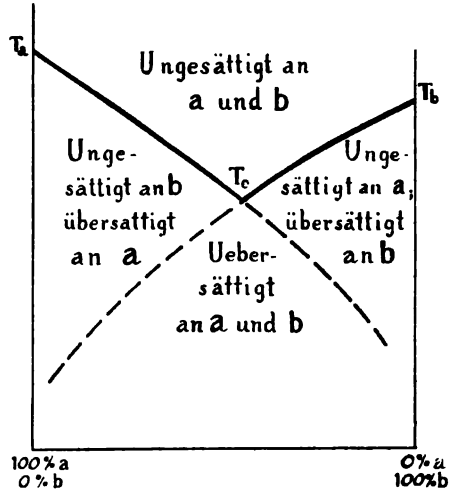
[2]) Ob auch morphotrope oder isodimorphe Körper die Übersättigung aufheben können, ist noch nicht entschieden.

Digitized by Google

zentrationen. Es besteht hier die allgemeine Regel, daß die Löslichkeit der beständigsten Form immer die kleinste ist und daß die unbeständigeren Formen nach Maßgabe ihrer Unbeständigkeit immer löslicher sind." ... „Wenn man zu einer gesättigten Lösung kleine Mengen irgend eines anderen Stoffes (ohne gemeinschaftliches Ion) setzt, so ändert sich das Gleichgewicht im allgemeinen nur wenig; s. die Lösung bleibt nahezu gesättigt."

Zu näherer Beleuchtung der Beziehungen zwischen den verschiedenen ungesättigten und übersättigten Stadien zwischen zwei

Fig. 6.



voneinander unabhängigen Komponenten a und b reproduziere ich die in der physikalischen Chemie[1]) diesbezüglich gelieferte Darstellung, Fig. 6.

Die Übersättigung ist abhängig von den beteiligten Stoffen, der Konzentration, der Temperatur, dem Druck, der Viskosität[2]) und der Zeit.

Die bisherigen Versuche hauptsächlich von Ostwald und seinen Schülern bezüglich der Aufhebung der Übersättigung durch Zusatz

[1]) Siehe W. Meyerhoffer, Zeitschr. f. Kryst. Min., XXXVI, 1902.

[2]) Die Viskosität ist eine Funktion der anderen Faktoren (Zusammensetzung, Temperatur, Druck).

Digitized by Google

von Keim- oder Impfungskörpern sind bei ziemlich leichtflüssigen Lösungen ausgeführt; die Resultate dieser Impfungsversuche dürfen nicht ohne weiteres auf Silikatschmelzen mit überaus hoher Viskosität übertragen werden.[1]) Um dies zu erörtern, werde ich ein extremes Beispiel wählen: Eine sehr schnell als Glas erstarrte $CaMgSi_2O_6$-Schmelze ist als eine feste, stark überkaltete oder übersättigte Augitlösung aufzufassen; hier wird bei gewöhnlicher Temperatur die Überkaltung oder Übersättigung nicht durch irgendwelchen Zusatz von Augitkrystallen aufgehoben. — Und als weiteres Beispiel: Bei einem einigermaßen schnell abgekühlten Quarzporphyr begegnen wir neben Quarz- und Feldspat-„Einsprenglingen" einer hauptsächlich aus denselben Mineralien bestehenden Grundmasse; bei einer schnelleren Abkühlung eines Magmas von der gleichen Zusammensetzung mag dagegen ein Rhyolith entstehen mit Quarz- und Feldspat-„Einsprenglingen", aber mit Glasbasis. Diese letztere ist, wie wir in einem folgenden Abschnitt näher erörtern werden, als eine gegenseitige Lösung von den Quarz- und Feldspatkomponenten aufzufassen; eine Krystallisation fand wegen der hohen Viskosität in Verbindung mit der schnellen Abkühlung nicht statt, obwohl Quarz- und Feldspatkrystalle in reichlicher Menge vorhanden sind. — Day and Allen erwähnen in ihrer gerade erschienenen Arbeit über die Plagioklase, daß eine Krystallisation in stark viskosen An + Ab-Schmelzen mit hoher Ab-Menge sich nicht durch Impfung hervorrufen läßt.

Die obige nach Ostwald gelieferte Darstellung zwischen dem metastabilen Übersättigungsgebiet (wo eine Krystallisation nur durch Impfung hervorgerufen wird) und dem labilen Übersättigungsgebiet (wo eine Krystallisation auch ohne Impfung stattfindet) ist von etwas fraglicher Natur. Es läßt sich zufolge Ostwald (Lehrb. d. allgem. Chemie, II, 1, 1896—1902, pag. 773—777) annehmen, daß ein metastabiler Zustand in der oben referierten Weise überhaupt nicht existiert und „daß der ganze Unterschied zwischen (übersättigten) Lösungen, die krystallisieren, und denen, die es nicht tun, nur ein zeitlicher ist. Danach würde jede übersättigte Lösung früher oder später freiwillig krystallisieren und die verschiedenen übersättigten Lösungen würden sich nur durch die dazu erforderliche Zeit unterscheiden."

[1]) Dies wird auch in den gerade erschienenen, unten zitierten Arbeiten von Doelter und von Day and Allen betont.

Digitized by Google

In Übereinstimmung hiermit bemerkt Doelter (Phys.-chem. Min., 1905, pag. 184): „Der Unterschied zwischen metastabilem und labilem Zustande ist nur ein gradueller, bei dem ersten ist die Zeit bis zum Eintreten der ersten Ausscheidung ein sehr langer, vielleicht jahrelanger, bei dem anderen ist er nur nach Stunden zu bemessen."

Die von H. A. Miers [1]) (Herbst 1905) betonte Bedeutung zwischen „The Metastabile and Labile Conditions" zur Erklärung petrographischer Erscheinungen kann ich nicht zugeben, indem die sogenannte „metastabile Grenze" aller Wahrscheinlichkeit nach bei sehr langer Abkühlungszeit hinfällig wird.

— Zufolge der obigen Erörterung muß man a priori annehmen, daß der Übersättigung im großen ganzen gerechnet je weniger Bedeutung zuzuschreiben ist, je länger die Abkühlung an dem Verfestigungsintervall dauert. Dies wird auch durch die Beobachtungen bestätigt: In den schnell erstarrten Silikatschmelzen bei Laboratorienversuchen usw., und zwar besonders in den viskosen Schmelzen, spielt die Übersättigung eine sehr bedeutende Rolle. [2]) Bei der Erstarrung der Decken- und Ganggesteine ist die Übersättigung auch ganz wichtig; der für die Krystallisation dieser Gesteine nötige Grad der Übersättigung ist jedoch in betreff derselben Mineralien, z. B. der Plagioklase, bei weitem nicht so groß wie bei der Erstarrung der Laboratorienschmelzen, Schlacken usw.[3]) Und in den überaus langsam erstarrten Tiefengesteinen dürfte die Übersättigung unter den normalen Abkühlungsbedingungen ziemlich unwesentlich, vielleicht sogar beinahe Null gewesen sein; bei den Kugelgraniten, Kugeldioriten usw., die häufig (oder immer?) als Grenzfazies vorkommen und deren Abkühlung relativ schnell, verglichen mit der normalen Entwicklungsform der Tiefengesteine, stattgefunden haben dürfte, stoßen wir

[1]) Address to the Geological Section, Brit. Ass. for the Advancement of Sc., South Africa Meeting, 1905.

[2]) Veranlaßt durch eine ganze Reihe polemischer Bemerkungen von Doelter in seinen kürzlich erschienenen Arbeiten erlaube ich mir zu erwähnen, daß ich auch in meinen früheren Arbeiten die Bedeutung der Übersättigung distinkt hervorgehoben habe; ich verweise beispielsweise auf Silikatschmelzlös. I, pag. 104—105, 133—137, II, pag. 156—169 usw.

[3]) Hierüber verweise ich auf einen unten folgenden Abschnitt: „Über die Zonalstruktur als Zeugnis einer relativ kleinen Übersättigung."

Digitized by Google

jedoch auf Erscheinungen, die nach aller Wahrscheinlichkeit durch Übersättigung erklärt werden müssen. [1])

In naher Verbindung mit der Übersättigung steht die Krystallisationsgeschwindigkeit und das Krystallisationsvermögen. Ich zitiere diesbezüglich nach G. Tammann [2]):

„Die spontane Krystallisation einer unterkühlten Schmelze hängt von zwei Faktoren ab:

1. Von dem spontanen Krystallisationsvermögen, das durch die Anzahl von Krystallisationszentren, die sich während der Zeiteinheit in der Masseneinheit der Flüssigkeiten bilden, gemessen wird; 2. von der (Krystallisations-) Geschwindigkeit, mit der sich die Grenze zwischen der Flüssigkeit und dem Krystall verschiebt."

„Die Anzahl der Krystallisationszentren pro Zeit- und Gewichtseinheit nimmt zuerst mit steigender Unterkühlung zu, um dann aber bei Temperaturen um 100° unterhalb des Schmelzpunktes schnell wieder abzunehmen." (Die Untersuchungen Tammanns beziehen sich meist auf organische Verbindungen.) Bei großer Unterkühlung „nimmt die Krystallisationsgeschwindigkeit mit wachsender Unterkühlung ab und erhält bei tieferen Unterkühlungen außerordentlich kleine Werte". Bei tiefer Unterkühlung steigt die Viskosität so stark, daß eine Krystallisation bei schneller Abkühlung nicht stattfinden kann, d. h. die flüssige Lösung geht nach und nach in eine unterkühlte (oder übersättigte) feste Lösung, also in ein Glas über.

In betreff der Mineralien wurde das Krystallisationsvermögen und die Krystallisationsgeschwindigkeit kürzlich von C. Doelter [3]) er-

[1]) Beispielsweise verweise ich auf einige Bemerkungen über den korsikanischen Kugeldiorit in Silikatschmelzlös. I, pag. 137.

[2]) Über Glasbildung und Entglasung. Zeitschr. f. Elektrochemie, X, 1904, pag. 532. Hier wird der Hauptinhalt einer Reihe einschlägiger Studien von Tammann in den späteren Jahren kurz rekapituliert.

[3]) C. Doelter, Physikalisch-chemische Mineralogie, Leipzig 1905, und „Die Silikatschmelzen (dritte Mitteilung), in Sitzber. d. k. k. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl, CXIV, vorgelegt 6. Juli 1905. Die erste dieser Arbeiten erschien, nachdem mein Manuskript zu dieser Abhandlung größtenteils schon fertig geschrieben war, und die zweite gleich ehe das Manuskript zum Druck abgesandt werden sollte.

Besonders von der ersteren dieser Arbeiten Doelters habe ich vieles gelernt; ich bewundere seine Energie und seine Arbeitskraft. Doelter und meine Auffassung

Digitized by Google

forscht; seine Beobachtungen stimmen im großen ganzen ganz gut mit meinen früheren Untersuchungen überein. [1]) Er gibt die folgende Übersicht über das Krystallisationsvermögen: Spinell (sehr groß), Magnetit, Olivin (eisenarm), Bronzit, Hedenbergit, Augit (Monti Rossi), Augit (Arendal), Anorthit, Labrador, Leucit, Nephelin, Diopsid (Ala), Akmit, Albit, Orthoklas, Quarz (äußerst gering). Zufolge meinen Untersuchungen sollte jedoch Diopsid nicht unwesentlich früher in der Reihe stehen [2]), jedoch mit Sicherheit später als Olivin; in der Nähe von Olivin und Bronzit sollte Rhodonit stehen und das hexagonale Ca-Metasilikat nebst den Melilithmineralien in der Nähe von Anorthit.

Die Silikatschmelzlösungen zeigen im allgemeinen, besonders wenn die Schmelzen sehr viskos sind und wenn die Abkühlung nicht sehr langsam stattfindet, eine große Tendenz zu Übersättigung, und zwar ist der für die Krystallisation nötige Grad von Übersättigung im großen ganzen gerechnet viel bedeutender bei den Silikatschmelzlösungen als bei den Metallösungen (einzelnen Metallen und Legierungen).

---

von der „Theorie der Silikatschmelzlösungen" sind aber ganz verschieden — beispielsweise verweise ich auf das kürzlich von H. A. Miers (l. c.) in Brit. Ass. for the Adv. of Sc. gelieferte Referat — und ich bin im folgenden öfter genötigt, sachlich gegen Doelter zu kämpfen.

Ich bedaure, daß Doelter in einer Reihe in den späteren Jahren erschienener Arbeiten meine Darstellungen häufig in einer Weise referiert, die ich nicht als korrekt anerkennen kann.

Ich bitte die Leser, die meine Arbeiten Silikatschmelzlös. I und II beurteilen wollen, an das Original zu gehen und sich nicht mit Doelters Referaten zu begnügen. — Aus einer Besprechung über Doelters Phys.-chem. Min. in Chemiker-Zeitung, 25. Okt. 1905, von Prof. Dr. G. Linck zitiere ich: „Daher kommt auch öfter beim Verf. (Doelter) ein polemischer Ton zustande, der sich leider häufig gegen . . . J. H. L. Vogt wendet."

[1]) Silikatschmelzlös. II, pag. 161—169.

[2]) Zufolge Doelter, Chem.-pys. Min., pag. 108, „würde unter normalen Verhältnissen ein etwa 10 bis 20 *mm* langer Augitkrystall unter der Voraussetzung, daß die Krystallisationsgeschwindigkeit pro 1 Minute 0·001—0·002 *mm*, wie es die meisten Versuche ergeben, beträgt, 200 Stunden brauchen." Nach meiner Erfahrung ist jedoch die Krystallisationsgeschwindigkeit des Augits bedeutend größer; so habe ich bei zahlreichen Untersuchungen, mit Einwage 15—40 *kg*, 20 *mm*, selbst bis 25—30 *mm* lange Krystalle von beinahe eisenfreiem Augit, darunter auch Diopsid, in Schmelzen erhalten, deren Krystallisationsintervall nur $^1/_2$—$1^1/_2$ Stunde dauerte.

Digitized by Google

Wir werden den Krystallisationsverlauf, unter Berücksichtigung der Übersättigung, einer aus zwei voneinander unabhängigen Komponenten a und b bestehenden gegenseitigen Lösung etwas näher betrachten.

Bei dem oben an Fig. 1 gewählten Beispiel beginnt a — unter der Voraussetzung, daß „Bodenkörper" von a (oder eines damit isomorphen Stoffes) nicht vorliegen — nicht bei T_{s0} zu krystallisieren, sondern zuerst so weit unterhalb T_{s0}, daß der nötige Grad der Übersättigung erreicht wird, also zuerst bei $T_{üa}$ (s. Fig. 7; üa = Übersättigung von a). Das Temperaturintervall T_{s0} bis $T_{üa}$ hängt von vielen Faktoren ab: 1. von der Natur des betreffenden Stoffes; 2. von dem mechanischen Zustand der Lösung (Ruhe oder Rühren); 3. von der Zeit; 4. von dem Viskositätsgrad der Lösung; usw.

Wir nahmen an, daß die Abkühlung so weit langsam stattfindet, daß eine Krystallisation von a eintritt. Wenn $T_{üa}$ erreicht wird, krystallisiert — jedenfalls unter der Voraussetzung, daß die Lösung nicht allzu viskos ist — die ganze im übersättigten Zustande sich befindende Menge von a. Bei dieser Ausscheidung wird die Krystallisationswärme der in die feste Phase übergehenden a-Menge frei.

Diese Krystallisationswärme entfernt sich in bezug auf ihre Höhe nur ziemlich wenig von der latenten Schmelzwärme, und diese letztere beträgt für Silikatmineralien mit Schmelzpunkt 1100—1250° rund 80—100 Grammkalorien pro Gramm Substanz[1]); für Mineralien mit noch höher liegendem Schmelzpunkt dürfte die latente Schmelzwärme im allgemeinen noch höher sein. Die Krystallisationswärme der Mineralien muß folglich im allgemeinen ganz beträchtlich sein.

Falls die bei der Ausscheidung der übersättigten a-Menge freiwerdende Wärme der Lösung entzogen würde, würde sich die Ausscheidung von a nach der Linie $T_{üa}$—f vollziehen (Fig. 7). Bei nicht allzu schneller Abkühlung wird jedenfalls etwas der freiwerdenden Wärmequantität der Lösung zugeführt, woraus eine Temperaturerhöhung resultiert.[2])

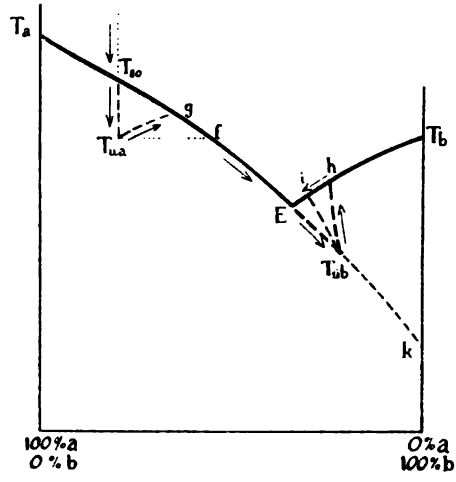
[1]) Siehe Silikatschmelzlös. II, pag. 54—70.

[2]) Beispielsweise verweise ich auf ein von Tammann (l. c., Zeitschr. f. Elektroch., 1904, pag. 532) angeführtes Experiment mit Na_2SiO_3-Glas im Platintiegel: erwärmt man den Tiegel auf etwas über 500°, so tritt die Bildung (von krystalli-

Digitized by Google

In viskosen Schmelzen, wo die Strecke T_{80}—T_{ua} bedeutend ist und wo dabei die Abkühlung sehr schnell vor sich geht, mag die Erstarrungskurve gelegentlich nicht einmal erreicht werden; die ganze Krystallisation von a findet in diesem Falle in dem übersättigten Gebiet statt. — Bei der Erstarrung der Eruptivmagmen wird im allgemeinen etwas von der durch die Krystallisation der übersättigten a-Menge freiwerdenden Wärme der Lösung zugeführt werden und es tritt eine Temperaturerhöhung ein. Die Erstarrungskurve

Fig. 7.



wird hierdurch in der Regel erreicht, indem der Vorgang nach der Kurve T_{ua}—g sich vollzieht.

Bei der weiteren Krystallisation, längs der Kurve g—E bis zu dem eutektischen Punkte, wird nur a ausgeschieden.

Die Krystallisation von a setzt sich aber noch weiter fort, nämlich bis die Übersättigung von b so groß geworden ist, daß die Krystallisation von b anfangen kann (graphisch ausgedrückt, von E bis zu T_{ub}, Fig. 7). Wir setzen voraus, daß die Abkühlung so langsam geschieht, daß die Krystallisation von b stattfinden kann.

sierendem Na_2SiO_3 in dem Unterkühlungsgebiet) von wenigen Krystallisationszentren ein, die Krystallisationsgeschwindigkeit wird erheblich und bald erglüht das krystallisierende Glas.

Digitized by Google

Bei der Ausscheidung der übersättigten b-Menge wird die Krystallisationswärme derselben frei und es wird im allgemeinen eine Temperaturerhöhung eintreten.

Es sind jetzt drei Fälle möglich [1]):

1. Die gesamte überschüssige Menge der a-Krystalle, nämlich die auf dem Kurvenintervalle E—T_{ab} ausgeschiedene a-Menge, wird wieder aufgelöst oder resorbiert. Wegen der plötzlichen Ausscheidung von b-Krystallen wird Wärme erzeugt, gleichzeitig aber Wärme verbraucht wegen Resorption von a. Der Vorgang vollzieht sich nach der Linie T_{ab}—E.

2. Nichts von der überschüssigen Menge der a-Krystalle wird resorbiert; dieser Fall ist denkbar, wenn man in Betracht zieht, wie schwer oder wie langsam sich einmal ausgeschiedene Krystalle in Flüssigkeiten lösen. Bei der Aussonderung der übersättigten b-Menge steigt die Temperatur von T_{ab} auf h [2]), dann krystallisiert b weiter auf der Strecke h—E und zum Schluß scheidet sich die Restlösung als eutektische Mischung aus. Die Krystallisationsstadien sind hier: zuerst nur a, dann nur b ohne Resorption von a und zum Schluß die eutektische Mischung $a_e + b_e$.

3. In der Regel wird wahrscheinlich keiner von den obigen zwei extremen Fällen eintreffen, indem ein Teil, aber auch nur ein Teil, von der übersättigten a-Menge resorbiert wird; bei der Aussonderung der überschüssigen b-Menge steigt die Temperatur von T_{ab} auf i zwischen E und h. Die Stadien sind dann: zuerst nur Krystallisation von a, dann nur Krystallisation von b, aber mit gleichzeitiger Resorption von etwas a und zum Schluß Aussonderung der eutektischen Mischung $a_e + b_e$.

Wenn die Lösung zuerst die Punkte T_{ab} und i durchlaufen hat und dann nach E ankommt, liegen porphyrische Krystalle von a und b vor; wenn die Abkühlung von jetzt ab einigermaßen schnell vor sich geht, resultiert entweder eine feinkörnige Grundmasse oder eine Glasbasis; in beiden Fällen bekommen wir eine Porphyrstruktur, mit „Einsprenglingen“ von a (etwas resorbiert) und von b.

---

[1]) S. Silikatschmelzlös. II, pag. 157—158. — Prof. Dr. E. Heyn (Charlottenburg) ist so freundlich gewesen, mich auf diese drei Fälle aufmerksam zu machen.

[2]) h liegt nicht perpendikulär oberhalb T_{ab}, indem die Lösung bei der Aussonderung der übersättigten b-Menge relativ an a angereichert worden ist.

Digitized by Google

Es läßt sich denken, daß die für die Krystallisation von b nötige Übersättigung für einige Verbindungen so bedeutend ist, daß die Krystallisation von a so lange dauert (bis zu k, Fig. 7), bis die restierende Flüssigkeit nur aus b besteht. Besonders muß dies eintreten können, wenn die eutektische Mischung $a_e + b_e$ in der Nähe von b liegt. Auch hier mögen die drei eben besprochenen Fälle vorkommen können.

— In Lösungen mit etwas mehr a als die eutektische Mischung $a_e + b_e$ mag, wenn die für die Krystallisation von a nötige Übersättigung sehr bedeutend, von b dagegen relativ niedrig ist, der Fall eintreten können, daß b früher als a zu krystallisieren anfängt (s. hierüber Silikatschmelzlös. II, pag. 156 und Fig. 21 ebenda). Besonders muß dies eintreten können, wenn das Krystallisationsvermögen von b bedeutend größer als dasjenige von a ist und wenn dabei die Abkühlung schnell stattfindet. Bei sehr schneller Abkühlung wird in diesem Fall nur b, in dem Gebiet 100% a—E, krystallisieren, während die ganze a-Menge in der festen Lösung (oder in dem Glase) stecken bleibt. Solche Fälle sind aber selbstverständlich nicht als Entkräftung der „eutektischen" Theorie anzuführen; sie zeigen nur, daß die Übersättigung und die damit in Verbindung stehenden Erscheinungen unter gewissen Bedingungen einen bedeutenden Einfluß auf die Krystallisationsfolge ausüben mögen.

In Lösungen mit drei oder noch mehreren voneinander unabhängigen Komponenten mag die Übersättigung noch stärker den normalen Verlauf der Krystallisationsfolge beeinflussen können. So mögen in Lösungen von drei Komponenten in einem gewissen Stadium porphyrische Krystalle von a und b, die alle beide etwas resorbiert sind — und zwar a in zwei voneinander getrennten Perioden —, vorliegen können.

Die Übersättigung bei der Erstarrung von Mischkrystallen besprechen wir unten.

Über die Erstarrung als Glas. Wenn eine Silikatschmelzlösung relativ schnell abgekühlt wird, findet keine Krystallisation statt und die flüssige Lösung geht nach und nach in eine feste, übersättigte Lösung (Glas) über. Das Glas hat bekanntlich keinen Schmelzpunkt im physikalischen Sinne dieses Wortes; und weil keine Krystallisation stattfindet, wird bei dem schrittweisen Übergang von

Digitized by Google

der flüssigen zu der festen Lösung keine latente Schmelzwärme oder Krystallisationswärme abgegeben. Hieraus folgt [1]), daß der glasige Zustand eines Stoffes einen höheren Energieinhalt als der krystalline Zustand desselben Stoffes enthält; und zwar entspricht die, von G. Tammann bestimmte Energiedifferenz des amorphen und des krystallinen Zustandes ziemlich genau der von mir bestimmten latenten Schmelzwärme des betreffenden Stoffes. [2])

Die Erstarrung als Glas steht in inniger Verknüpfung zu der Dauer der Abkühlung, dem Krystallisationsvermögen der beteiligten Stoffe und der Viskosität der Lösung.

Die Viskosität der verschiedenen Silikatschmelzen ist, selbst bei derselben Temperatur, überaus verschieden; so sind bei 1300° die Schmelzen von Albit oder Orthoklas zufolge Day and Allen überaus zäh (hyperviskos), selbst zäher als gewöhnlicher Teer, während die Schmelzen z. B. von Fe_2SiO_4 oder Mn_2SiO_4 bei derselben Temperatur ganz dünnflüssig sind; man möchte sie beinahe mit Wasser vergleichen. Zufolge allen bisherigen Beobachtungen steigt die Viskosität einer und derselben Schmelze mit abnehmender Temperatur [3]), und zwar erreicht die Viskosität der amorphen Silikate ein sehr hohes Maß, wenn die Temperatur bis zu 1000°—700° gesunken ist. Diejenige Temperaturgrenze, wo die überaus hohe Viskosität eintritt, ist bei den verschiedenen Schmelzen etwas verschieden.

Mineralien, wie z. B. Quarz, Orthoklas und Albit, deren Schmelzen im höchsten Grade viskos sind, geben nach Schmelzung und nachfolgender Abkühlung, von der Dauer wie bei den gewöhnlichen Laboratorienschmelzen, nur Glas, ohne Krystallisation. Nach Day and Allen nimmt die Viskosität der geschmolzenen Ab+An-Mischungen mit steigender Ab-Menge sehr beträchtlich zu; in Übereinstimmung hiermit krystallisieren die Plagioklase je schwieriger, je höher die Ab-Menge der Schmelzen ist.

---

[1]) Ich erinnere in dieser Verbindung daran, daß die sp. Wärmen der krystallinen und der amorphen Silikate von derselben Zusammensetzung beinahe dieselben sind (s. Silikatschmelzlös. II, pag. 37, 70—71).

[2]) Siehe hierüber Tammann, Krystallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903; und Silikatschmelzlös. II, pag. 63—64, 70—71.

[3]) Diese alte Erfahrung ist kürzlich von Doelter (Silikatschmelzen III) experimentell bestätigt worden.

Digitized by Google

Andrerseits sind die Schmelzen von hexagonalem Ca-Metasilikat ($CaSiO_3$), Augit, Melilith-Åkermanit und noch mehr diejenigen von Olivin, Fayalit, Tephroit und Rhodonit ziemlich leichtflüssig und krystallisieren ganz gut selbst bei sehr schneller Abkühlung; diejenigen Schmelzen, welche am meisten dünnflüssig sind, krystallisieren, im großen ganzen gerechnet, am schnellsten, wie auch in den größten Krystallen.

Je mehr sich die Zusammensetzung einer Lösung, die aus zwei oder mehreren voneinander unabhängigen Komponenten bzw. zum Typus V gehörigen Mischkrystallkomponenten mit annähernd gleich hoher Viskosität besteht, sich der Zusammensetzung des Eutektikums nähert, bei desto niedriger Temperatur wird die Erstarrungskurve bzw. -fläche erreicht, desto stärker ist somit die Viskosität an dem eventuellen Beginn der Krystallisation gestiegen.

Anders mag es sich verhalten, wo die eine Komponente, z. B. von Albit, überaus zäh, die andere, z. B. von Magnetit, ziemlich dünnflüssig ist; hier mag die Viskosität an der niedrigen eutektischen Temperatur gar minder als an dem Schmelzpunkt der ersten Komponente sein. Solche Fälle werden jedoch nur Ausnahmen bilden; als Regel gilt, daß die Viskosität und damit auch die Tendenz zur glasigen Erstarrung mit der Annäherung zum Eutektikum zunimmt. [1])

Als Beispiel erwähne ich eine uralte Erfahrung von der Glashüttentechnik: die Ca-reichen Schmelzen mit 45—65% SiO_2 geben verhältnismäßig leicht zur Krystallisation Veranlassung; um bei der gewöhnlichen Abkühlungszeit ein Glas zu erhalten, ist man deswegen gezwungen, eine hinreichende Menge anderer Basen, wie Na_2O, K_2O, Al_2O_3 usw., hinzuzufügen. Hierdurch wird der Krystallisationspunkt erniedrigt, und zwar so bedeutend, daß die Viskosität bei der Abkühlung bis zu derjenigen Temperatur herab, bei welcher die Krystallisation anfangen konnte, sehr stark gestiegen ist. [2]) Bei der in der Technik

[1]) Siehe hierüber den Abschnitt „Weshalb ist das Glas eine feste Lösung", in Silikatschmelzlös. II, pag. 165—169.

[2]) Dabei ist auch zu berücksichtigen, daß ein Zusatz von Na_2O- oder K_2O-Silikat an und für sich die Viskosität vergrößert.

Digitized by Google

üblichen Dauer der Abkühlung resultiert folglich ein Glas ohne Krystallausscheidung.

Die sauren Eruptivgesteine sind unter Voraussetzung von demselben Druck und derselben Wasserführung viel viskoser als die basischen; auch spielt die Glasbildung im großen ganzen gerechnet eine mehr hervortretende Rolle in den sauren als in den basischen Ergußgesteinen.

Wie ich bei der Besprechung der anchi-eutektischen Eruptivgesteine erörtern werde, nähern sich die Rhyolithe, Dacite und Obsidiane — wie auch die Granite, Quarzporphyre und Quarzkeratophyre — der Zusammensetzung des Quarz-Feldspat-Eutektikums; und zwar stehen überaus die meisten Obsidiane dem ternären Eutektikum Quarz : Or : Ab (oder Quarz : Or : Ab + An) mit einem relativ niedrig gelegenen Krystallisationspunkt ziemlich nahe. An demjenigen Stadium, wo die Krystallisation dieser Obsidiane anfangen konnte, ist somit die Viskosität sehr stark gestiegen; deswegen die glasige Erstarrung bei einer einigermaßen schnellen Abkühlung.

Bekanntlich haben Day and Allen kürzlich nachgewiesen, daß Mineralien wie Orthoklas und Albit, deren Schmelzen überaus zähe sind, eine Überschmelzung erleiden können; hierüber verweise ich auf ihre hoch interessante Plagioklasarbeit.

Über die verschiedenen Stabilitätsformen der Körper.

Bezüglich dieses sehr wichtigen, aber leider bisher in betreff der gesteinsbildenden Minerale ziemlich wenig erforschten Themas verweise ich auf die Erörterung in Bakhuis Roozebooms Lehrbuch: „Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre", dann auch auf den Abschnitt über Polymorphie (pag. 19—42) in Doelters gerade erschienener „Phys.-chem. Mineralogie". Hier werde ich mich auf eine ganz kurze und fragmentarische Besprechung beschränken.

— Zufolge W. Ostwald hat „die beständigere Form die kleinere Löslichkeit"; und „bei allen Vorgängen wird nicht gleich die beständigste Form erreicht, sondern die nächstliegende oder die unter den möglichen Zuständen wenigst beständigste".

Wo die Abkühlung überaus langsam vor sich geht, wie besonders in den Tiefengesteinen, wird die Umwandlung von den weniger

Digitized by Google

beständigen zu den unter den vorliegenden Druck- und Temperaturbedingungen existenzfähigen, mehr oder am meisten beständigeren Formen ziemlich sicher vollständig oder zu einem wesentlichen Teil schon während der Erstarrung vor sich gehen; es darf somit angenommen werden, daß die besonders in den Tiefengesteinen gebildeten Mineralien unter den ursprünglich vorliegenden Druck- und Temperaturbedingungen sehr beständig sind.

Ich werde dies durch ein Beispiel erleuchten: Die in den Tiefengesteinen, wie auch die in den relativ schneller abgekühlten Gang- und Ergußgesteinen ausgeschiedenen Spinelle und Olivine sind bekanntlich, selbst wo die Erstarrung in ziemlich Ca-reichen Magmen stattfindet, durchgängig Ca-frei; bei schneller Abkühlung von Silikatschmelzen (Schlacken) resultieren dagegen häufig Spinelle und Olivine mit hohen Ca-Gehalten (z. B. Spinelle $(MgCa)Al_2O_4$ mit bis zu 15% Ca). Diese Ca-haltigen Formen dürfen als labile Mischkrystalle betrachtet werden; bei langsamer Abkühlung erhält man die stabileren Ca-freien Formen derselben Mineralien (siehe Silikatschmelzlös. I, pag. 87—96).

— Als Beispiel der Bedeutung des Druckes für die verschiedenen Stabilitätsstufen eines Körpers verweise ich auf die bekannte graphische Darstellung von Roozeboom über die Phasen rhombisch, monoklin, flüssig und Dampf des Schwefels: Bei relativ niedrigem Druck geht der flüssige Schwefel zuerst in monokline und später in rhombische, bei hohem Druck dagegen direkt in rhombische Form über. Der monokline Schwefel ist nur innerhalb eines begrenzten Temperatur- und Druckdreieckes bestandfähig.

— Zahlreiche Körper erleiden bekanntlich bei der Abkühlung eine Umwandlung; zuerst bildet sich eine α-Form; diese geht bei einer bestimmten Grenze in eine β-Form über, diese gelegentlich in eine γ-Form usw.; dabei tritt häufig auch Unterkühlung der verschiedenen Formen auf. Als Beispiel aus der Mineralogie nehmen wir den Leucit: Zuerst krystallisiert aus Schmelzfluß bei hoher Temperatur ein α-Leucit (regulär), der bei ca. 560° in einen β-Leucit (wahrscheinlich rhombisch) übergeht; könnte man den Leucit direkt unterhalb 560° darstellen, müßte man den β-Leucit erhalten. Die Temperaturgrenze dürfte übrigens vom Druck beeinflußt werden. Ein analoges Beispiel liefert der Perowskit.

Digitized by Google

Bezüglich der Beziehung zwischen den zwei polymorphen Formen des Ca-Metasilikats, nämlich dem hexagonalen $CaSiO_3$-Mineral und dem Wollastonit, verweise ich auf eine Studie, die bald von Dr. Arthur L. Day veröffentlicht werden wird und dessen Hauptinhalt er mir mitgeteilt hat: Die hexagonale Form bildet sich bekanntlich bei gewöhnlichem Druck aus Silikatschmelzfluß bei 1250° (oder in gemischter Lösung bei etwas darunter); der Wollastonit dagegen ist nur bis zu einer Temperatur von ca. 900° bestandsfähig, muß somit höchstens bei dieser Temperatur gebildet sein. Auch diese Temperaturgrenze dürfte vom Druck verschoben werden.

— Die Umwandlungserscheinungen von Mischkrystallen aus einem α-Zustand in einen β-Zustand sind nach Roozebooms auch auf diesem Gebiete grundlegenden Arbeit[1]) sehr mannigfach; es sind selbst nur bei binären Systemen eine ganze Reihe (mindestens 20) Typen zu unterscheiden, je nachdem die α-Reihe und die β-Reihe jede für sich oder beide kontinuierlich oder diskontinuierlich sind und je nachdem bei der Erstarrung nur die eine oder beide Arten entstehen.

Ferner mag bei Typus IV und V eine Entmischung der zuerst gebildeten Mischkrystalle längs der Kurven G M und J N (Fig. 4, 10 und 11) eintreten können; hierauf kommen wir unten bei der Besprechung der Perthitbildung zurück.

Bezüglich der Beziehung zwischen Druck, Temperatur, Zeit (Dauer der Abkühlung) und Bildungsfähigkeit der Mineralien bei der Auskrystallisation aus Silikatschmelzlösung geben wir folgende kurze Übersicht:

1. Eine ganze Reihe Mineralien, wie Olivin, die Pyroxene (Augit-Akmit, Hypersthen-Enstatit), die Feldspate, Nephelin, Cordierit, Sillimanit[2]), ferner Magnetit-Spinell, Eisenglanz-Korund, Perowskit, Titanit, Apatit usw., bilden sich sowohl in den Silikatschmelzen wie in den Decken-, Gang- und Tiefengesteinen, also bei gewöhnlichem Druck und schneller Abkühlung wie auch bei hohem Druck und sehr langsamer Abkühlung.

[1]) Umwandlungspunkte bei Mischkrystallen. Zeitschr. f. phys. Chemie, XXX, 1902.

[2]) Sillimanit bildet sich in den Silikatschmelzen (Morozewicz) wie auch in den Tiefengesteinen; er ist folglich auch in den Gang- und Deckengesteinen zu erwarten, obwohl er hier meines Wissens bisher nicht nachgewiesen ist.

Digitized by Google

2. Einige Mineralien, so namentlich die künstlichen polymorphen Ca- und Mg-Metasilikate, sind nur auf die Silikatschmelzen begrenzt; in dieser Verbindung verweise ich auch auf die oben erwähnten, nach meiner Meinung labilen Ca-haltigen Spinell- und Olivin-Mischkrystalle.

3. Einige Mineralien, die in den Silikatschmelzen leicht entstehen, wie Leucit und die Melilithe, gehören unter die Eruptivgesteine, namentlich die Decken- und Ganggesteine, feblen aber beinahe in den Tiefengesteinen, woraus man den Schluß ziehen darf, daß sie sich hier nur unter exzeptionellen Bedingungen bilden. Die Entstehung dieser Mineralien dürfte wahrscheinlich durch eine gewisse maximale Grenze von Zeit und Druck bedingt sein; eine nähere Erforschung dieser Frage wäre in hohem Grade wünschenswert.

4. Dann gibt es eine Reihe Mineralien, wie Quarz, die Amphibole, Muskovit und gewisse andere Glimmermineralien, Granat (?) usw., deren Bildung aus Silikatschmelzen (bei relativ schneller Abkühlung und ohne Zusatz von besonderen Lösungsmitteln) bisher nicht gelungen ist, die aber bekanntlich in den Eruptivgesteinen eine hervorragende Rolle spielen. Eines dieser Mineralien, Muskovit (siehe Zirkel, 1893), fehlt primär in den Deckengesteinen, kommt aber bekanntlich sehr häufig in den Tiefengesteinen vor; andere, wie die Amphibole, Granate usw., kommen freilich sowohl in Tiefen- als auch in Decken- und Ganggesteinen vor, sind jedoch im großen ganzen gerechnet für die ersteren besonders charakteristisch. Es läßt sich annehmen, daß die Krystallisation aus Silikatschmelzlösung dieser Mineralien durch eine gewisse minimale Grenze von Zeit und Druck bedingt wird. — Auf die Bildungsbedingungen von Quarz kommen wir unten zurück.

— Die bei schneller Abkühlung und gewöhnlichem Druck aus Silikatschmelzfluß auskrystallisierenden Verbindungen kennzeichnen sich durchgängig durch eine sehr einfache empirische Formel (siehe Silikatschmelzlös. I, pag. 6, 42; II, pag. 200). Dies läßt vermuten, daß die Ausscheidung aus Schmelzfluß eines Minerals mit sehr komplizierter Zusammensetzung hohen Druck oder lange Zeit, oder alle beide vereint, bedarf. Diese Annahme ist jedoch ziemlich fraglich und überhaupt darf erinnert werden, daß wir bisher von der Größe des Krystallmoleküls keine absolut sicheren Kenntnisse haben.

Digitized by Google

Der von Doelter in seiner gerade erschienenen „Phys.-chem. Mineralogie“ vertretenen Auffassung von der Stabilität der Mineralien kann ich bezüglich mehrerer Punkte nicht beitreten. Ich zitiere nach seiner Arbeit:

pag. 121—122: „Es ist wichtig zu wissen, welche Silikate bei hohen Temperaturen stabiler sind. Die vielen Beobachtungen zeigen, daß dies insbesondere Olivin, Augit, Spinell, Melilith, Labrador, Anorthit, Leucit sind, hierzu kommt noch der Magnetit. Von Orthoklas, Albit, Quarz, Glimmer, Granat wissen wir, daß sie bei hoher Temperatur unstabil sind; diese sind bei niedriger Temperatur stabil. Einige bei hoher Temperatur gebildete Mineralien werden als metastabil bezeichnet; zu diesen würden Spinell, Korund gehören, die sich meist bei rascher Abkühlung bilden und bei Versuchen im viskosen Zustande sich umwandeln.“

pag. 127: „Von den Plagioklasen ist entschieden der bei hoher Temperatur stabilste der Labradorit.“

pag. 143: „Die aluminiumhaltigen Silikate sind jedenfalls weniger stabil“ (als die aluminiumfreien).

Diese Behauptungen sind nach meiner Auffassung ohne Grundlage.

Bezüglich der nachträglichen Umwandlungen der Mineralien, besonders durch Druck, verweise ich auf die in der späteren Zeit erschienenen grundlegenden Arbeiten von F. Becke und U. Grubenmann.

II. Über die Anwendung der für die Krystallisation aus Lösungen geltenden Gesetze auf die Silikatschmelzlösungen (Silikatschmelzen und Eruptivmagmen).[1]

Schon seit Jahren hat man die geschmolzenen Silikate, darunter auch die Magmen, als Lösungen erkannt; ich brauche nur auf die klassische Darstellung von R. Bunsen, „Über die Bildung des Granits“, im Jahre 1861[2] zu verweisen.

[1] Mit Silikatschmelzen bezeichne ich der Kürze wegen die „trockenen“ Schmelzen (Schlacken, Laboratorienschmelzen usw.); die Bezeichnung Magmen benutze ich nur für die Lösungen der Eruptivgesteine.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1861.

Digitized by Google

Durch verschiedene Untersuchungen[1]) aus den späteren Jahren ist festgestellt worden, daß die Silikatschmelzlösungen den elektrischen Strom leiten; sie sind also Elektrolyte, oder mit anderen Worten, die „Salze" der Silikatschmelzlösungen sind mehr oder weniger zu Ionen dissoziiert.

Die für die Lösungen wie auch für die Phasen flüssig: fest geltenden Gesetze sind von genereller Natur, unabhängig von Druck, Zeit, Temperatur usw. Es ist somit berechtigt, die anfänglich namentlich mit den Salzlösungen (bei 200—400° im absoluten Maß) und den Metallegierungen (meist bei 400—1500° im absoluten Maß) fürs Auge entwickelten Gesetze auch auf die Silikatschmelzlösungen — Silikatschmelzen und Magmen — zu übertragen. Dies ist schon längst als ein apriorischer Satz von zahlreichen Chemikern, wie Bunsen, Gibbs, Guthrie, van't Hoff, Arrhenius, Meyerhoffer, Tammann, Roozeboom und anderen, wie auch von vielen Petrographen hervorgehoben worden. Unter den letzteren nenne ich besonders J. J. H. Teall, der schon 1888[2]) eine Erörterung über die Bedeutung des Eutektikums für die Krystallisationsvorgänge aus den Magmen lieferte, und G. F. Becker.[3])

Ferner ist jetzt durch eine Reihe Beobachtungen festgestellt worden, daß die für die Krystallisation aus Lösungen geltenden Gesetze sich auch auf die Silikatschmelzlösungen überführen lassen; hierüber verweise ich auf die Untersuchungen verschiedener Forscher, darunter auch auf meine eigene Arbeit: Die Silikatschmelzlös. I und II und auf die späteren Arbeiten von Doelter und von Day and Allen.

Über die Beziehung zwischen Krystallisationsfolge und Eutektikum in binären und aus voneinander unabhängigen Komponenten bestehenden Silikatschmelzen.

In den 1880er Jahren beschäftigte ich mich ziemlich viel mit den aus Silikatschmelzen, namentlich Schlacken — und zwar besonders dünnflüssigen Schlacken — krystallisierenden Mineralien

[1]) C. Barus und J. P. Iddings, Amer. Journ. of Sc., XLIV, 1892 und viele technische Versuche.

[2]) British Petrography, pag. 391—409.

[3]) Report on the Geology of the Philippine Islands. U. S. Geol. Surv., Ann. Rep. XXI, Pt. III, 1901, pag. 519.

Digitized by Google

(Olivin, Augit, Enstatit, Rhodonit, hexagonalem Ca-Metasilikat, Åkermanit-Melilith-Gehlenit, Spinell, Magnetit usw.) und kam zu dem Resultat, daß die Krystallisation wie auch die Krystallisationsfolge dieser Mineralien von der chemischen Zusammensetzung der Schmelze abhängt. Die Beziehung zwischen der Zusammensetzung der Schmelze und dem zuerst krystallisierenden Mineral illustrierte ich durch graphische Schemata, mit der Silizierungsstufe als Ordinate und dem Basenverhältnis als Abszisse.[1])

Durch fortgesetzte Untersuchungen[2]), in Silikatschmelzlös. I und II, kam ich zu dem Schlusse, daß die „Individualisationsgrenze" im binären System bei der Auskrystallisation aus Silikatschmelzen (bei gewöhnlichem Druck) ungefähr bei dem folgenden Quantitätsverhältnis der beteiligten Mineralien liegt:

zirka	68 Gewichtsproz.	Diopsid:	32 Gewichtsproz.	Olivin	} Mn- und Fe-frei oder -arm
„	74 „	Melilith	: 26 „	Olivin	
„	64 „	Rhodonit	: 36 „	Tephroit	
etwa	60 „	Åkermanit	: 40 „	Augit	
„	65 „	Melilith	: 35 „	Anorthit	

„ 67—80 Gewichtsproz. Fayalit : 33—20 Gewichtsproz. Magnetit.

Dasjenige Mineral, das im Überschuß in Beziehung zu dem betreffenden Verhältnis vorhanden ist, krystallisiert zuerst.

In binären Silikatschmelzen tritt eine Schmelzpunkterniedrigung ein, und zwar ist diese Erniedrigung, zufolge einer uralten metallurgischen Erfahrung, ganz beträchtlich. Schon seit langer Zeit haben die Hüttenleute gewußt, daß, wenn man eine leichtschmelzbare Schlacke erzielen will, man nicht mit Kieselsäure in Verbindung nur mit einer einzigen Base (wie Al_2O_3, CaO oder MgO) operieren muß, sondern mit mehreren Basen nebeneinander[3]) Und die Feuerbeständigkeit z. B. des feuerfesten Tons wird bekanntlich schon durch ziemlich geringe Beimischungen von Fremdkörpern ganz bedeutend erniedrigt.

[1]) Studier over Slagger (mit deutschem Resüme), Bih. till sv. Vet. Akad. Handl., Bd. IX, Nr. 1, 1884; Jernkontorets Annaler, 1885; Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1888; Beiträge zur Kenntnis der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen usw., Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, Christiania 1888—1900 (Sonderabdruck 1892).

[2]) In allem habe ich mehr als tausend Silikatschmelzen, besonders Schlacken, von bekannter chemischer Zusammensetzung untersucht; mein Beobachtungsmaterial ist somit sehr bedeutend gewesen.

[3]) Siehe hierüber meine oben zitierte Abhandlung in Jernkontorets Annaler, 1905.

Digitized by Google

Die Schmelzbarkeit der Schlacken ist von mehreren Forschern, und zwar besonders eingehend von R. Åkerman[1]) untersucht worden; er bestimmte die „totale Schmelzwärme" von nicht weniger als zirka 275 verschiedenen Schmelzen; und diese „totale Schmelzwärme" gibt, wie ich in meinem ausführlichen Referat in Silikatschmelzlös. II näher erörtert habe, ein Maß, freilich nur ein approximatives Maß für die am Beginn der Krystallisation herrschende Temperatur. Andere Untersuchungen rühren von P. Gredt, H. O. Hofman usw. her; dabei habe ich auch selber eine Reihe Untersuchungen mit Le Chateliers Pyrometer (nach der „Abkühlungsmethode") ausgeführt.

Ein Vergleich zwischen diesen letzteren kalorimetrischen bzw. pyrometrischen Untersuchungen einerseits und meinen mineralogischen Untersuchungen andrerseits ergibt, daß die „Individualisationsgrenze" einigermaßen genau mit der maximalen Schmelzpunkterniedrigung zusammenfällt.[2]) Die Untersuchungen sind freilich mit vielen, und zwar auch mit großen Fehlerquellen verknüpft; es liegen aber so viele und voneinander unabhängige Untersuchungsreihen vor, daß der generelle Schluß sicher bewiesen ist: Die Mineralbildung in binären Silikatschmelzen ist eine Funktion von der Zusammensetzung der Schmelze in Beziehung zu derjenigen des Eutektikums; dabei müssen auch die Übersättigung und die damit in Verbindung stehenden Erscheinungen berücksichtigt werden.

Selbst Doelter, der in seinen späteren Arbeiten, ich möchte im Scherz sagen, bei allen möglichen und unmöglichen Gelegenheiten gegen mich polemisiert, gibt zu: „Wir müssen daher aus der von J. H. L. Vogt bewiesenen Übereinstimmung der chemischen Zusammensetzung und der Ausscheidung annehmen, daß in den Schlacken sich fast immer dieselben Reaktionen bilden, und daß hier allein das Massenwirkungsgesetz resp. das Eutektikum maßgebend ist." (Phys. chem. Min., pag. 143.)

Veranlaßt durch einige Bemerkungen in Doelters und in Day and Allens kürzlich erschienenen Arbeiten, werde ich folgendes

[1]) Jernkontorets Annaler, 1886; Stahl und Eisen, 1886.

[2]) Siehe hierüber Silikatschmelzlös. II und mehrere Arbeiten von H. v. Jüptner, darunter seine Darstellung in d. Z., XXIII, 1904, pag. 190—195.

Digitized by Google

anführen: Meine oben besprochenen mineralogischen Studien beziehen sich beinahe ausschließlich auf Mineralien, die aus ganz dünnflüssigen Schmelzen erstarrten und die sich alle durch ein großes Krystallisationsvermögen und eine bedeutende Krystallisationsgeschwindigkeit kennzeichneten. Die Übersättigung des zuerst krystallisierenden Minerals (graphisch ausgedrückt, die Strecke T_{80} bis T_{ua} in Fig. 7) ist bei diesen Mineralien, bei einigermaßen langer Abkühlungszeit, an und für sich nicht sehr bedeutend, was auch durch pyrometrische Bestimmung, mit Le Chateliers Pyrometer, festgestellt wurde. Besonders muß ich betonen, daß der für die Krystallisation nötige Grad der Übersättigung bei denjenigen Mineralien, mit denen ich mich besonders beschäftigt habe, für alle beiden Komponenten in den binären Schmelzen jedenfalls annähernd gleich groß sein dürfte.

Ich arbeitete beinahe durchgängig mit sehr großen Einwägen, teils mit 15—20 *kg* (bei den synthetischen Versuchen) und teils mit ca. 30—50 *kg* (bei den „Schlackensteinen"); die Krystallisationsperiode, durch den „flachen Knick" der Abkühlungskurve gemessen, dauerte meist 35—90 Minuten. Die Krystallisation begann an den Seiten („Tiegelwänden") und schritt langsam nach innen vorwärts; die inneren Teile der Schmelzen standen somit in Berührung mit schon ausgeschiedenem Mineral; es lag folglich für das im inneren Teile der Tiegel in der noch ganz dünnflüssigen Schlacke zuerst krystallisierende Mineral Veranlassung zu einer Impfung vor.

Bei schneller Abkühlung namentlich von viskosen Schmelzen, und zwar besonders, wo die betreffenden Mineralien sich durch ziemlich verschiedene Krystallisationsgeschwindigkeiten und Krystallisationsvermögen kennzeichneten, dürfte die Beziehung zwischen Krystallisationsfolge und Eutektikum nicht unwesentlich durch die Übersättigung und das Krystallisationsvermögen wie auch durch die Krystallisationsgeschwindigkeit der beiden Komponenten beeinflußt werden; dies ist aber selbstverständlich kein Argument gegen die prinzipale Bedeutung des Eutektikums.

— Bei meinen mineralogischen Untersuchungen über die Krystallisationsfolge stieß ich häufig auf Erscheinungen, die sich nur durch die obige Erörterung der Bedeutung der Strecke E bis T_{ub} erklären ließ; siehe hierüber namentlich Silikatschmelzlös. I, pag. 133 bis 136.

Digitized by Google

In ternären, aus voneinander unabhängigen Komponenten bestehenden Schmelzen findet eine besonders bedeutende Schmelzpunkterniedrigung statt; siehe Silikatschmelzlös. II, pag. 97—102.

van't Hoffs Gesetz der molekularen Schmelzpunkterniedrigung gilt für die Silikatschmelzlösungen.

Alle die verschiedenen für die Elektrolyten geltenden physikalisch-chemischen Gesetze stehen miteinander in der innigsten Verknüpfung; hieraus folgt, daß man schon a priori berechtigt ist, den Schluß zu ziehen, daß van't Hoffs Gesetz der molekularen Schmelzpunkterniedrigung sich auf die Silikatschmelzlösungen übertragen läßt. Dies wird auch dadurch bestätigt, daß man, wie ich in Silikatschmelzlös. II erörtert habe, aus Åkermans Untersuchungen den Schluß ziehen kann, daß in binären Silikatschmelzen a + b, wo die Krystallisation von a schon nach kleiner Übersättigung erfolgt, die Temperatur am Anfange der Krystallisation von a mit steigender b-Menge abnimmt, bis zum eutektischen Punkte. Wir können aber noch schärfere Beweise für die Überführung des Gesetzes auf die Silikatschmelzen liefern.

Das Gesetz lautet bekanntlich:

$$t = \frac{m}{M} \times \frac{0{\cdot}02\ T^2}{q}$$

Hier bedeutet: T = die absolute Temperatur in Celsiusgraden (also von -273° gerechnet), q = die latente (Schmelz-)Wärme pro Gramm Substanz des Lösungsmittels (a), M = das Molekulargewicht der gelösten Komponente (b) und m = die Konzentration derselben. t = die von m hervorgerufene Schmelzpunkterniedrigung (am Anfange der Krystallisation von a, wenn Übersättigung eliminiert wird). Statt 0·02 sollte einigen Forschern zufolge die mehr genaue Konstante 0·0198 eingesetzt werden.

Oder in anderer Form ausgedrückt:

$$\triangle T = \frac{0{\cdot}02\,.\,T^2}{q}\ , \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

wo $\triangle T$ = die von dem Grammäquivalent von (undissoziiertem) b in 100 g a hervorgerufene Schmelzpunkterniedrigung.

Wo b dissoziiert ist, muß $\frac{0{\cdot}02\,T^2}{q}$ mit einem Faktor i multipliziert werden, wo $i = 1 + (k - 1)\,\alpha$. α = der Dissoziationsgrad von

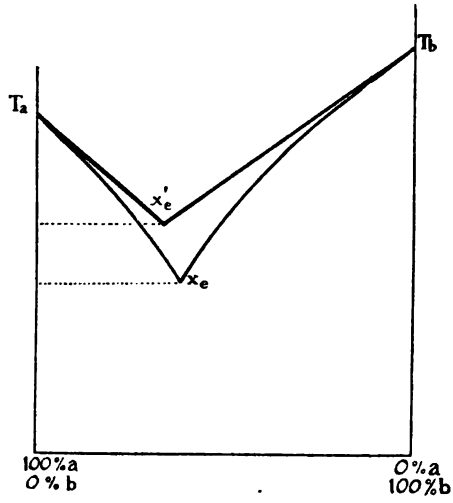
Digitized by Google

b, und k = die Anzahl Ionen, in welche das Molekül b zerfällt. Bei z. B. NaCl ist $k = 2$; also $i = 1 + \alpha$.

Die Formel I gilt nur für verdünnte Lösungen (s. bei relativ wenig b in 100 *g* a); für konzentrierte Lösungen wird das Glied $\triangle T$ durch $\frac{dT}{dm} . M$ . . . (II) ersetzt, wo M = Molekulargewicht (von b) und dT/dm = Differential der Temperaturerniedrigung bzw. der Konzentration der b-prozentigen Lösung.

Durch Integration der Gleichung II bekommt man eine Schmelzkurve (s. Fig. 8) statt einer geraden Linie, welche die Gleichung I

Fig. 8.



ergibt; diese gerade Linie bedeutet die Tangente zu der Schmelzkurve in Origo (oder bzw. bei 100% a und 100% b). In einigermaßen verdünnten Lösungen fällt die Schmelzkurve und die gerade Linie beinahe zusammen; in mehr konzentrierten Lösungen dagegen mag sich die Schmelzkurve mehr oder weniger von der geraden Linie entfernen.

In gegenseitigen Lösungen von zwei Komponenten a und b, welche einander chemisch ziemlich nahe stehen, wie z. B. Olivin und Diopsid, Anorthit und Melilith usw., dürfte die Art der Krümmung der beiden Schmelzkurven rechts und links vom Eutektikum (x_e) jedenfalls einigermaßen dieselbe sein; das heißt, wenn wir den

Digitized by Google

Schnittpunkt der zwei Kurven (x_e, den eutektischen Punkt) mit dem Schnittpunkt (x_e') der zwei Tangenten ersetzen, so muß die Größe x_e' annähernd — aber auch nur annähernd — die Größe von x_e darstellen. Besonders gilt dies für Systeme, wo x_e ungefähr in die Mitte zwischen a und b fällt.

Von Formel I berechnen wir die Größe x_e':

$$x_e' = \frac{0{\cdot}02 \cdot \frac{T_b^2}{q_b} \cdot \frac{100+n_a(1+\alpha_a)}{n_a(1+\alpha_a)} - (T_b - T_a)}{0{\cdot}02 \cdot \frac{T_b^2}{q_b} \cdot \frac{100+n_a(1+\alpha_a)}{n_a(1+\alpha_a)} + 0{\cdot}02 \cdot \frac{T_a^2}{q_a} \cdot \frac{100+n_b(1+\alpha_b)}{n_b(1+\alpha_b)}}$$

Hier bedeutet: T_a, T_b, q_a, q_b, n_a, n_b und α_a, α_b die absoluten Schmelzpunkte, die latenten Schmelzwärmen, die Molekulargewichte und die elektrolytische Dissoziation mal (k—1) von a bzw. b. Der Kürze wegen schreibe ich $(1+\alpha_a)$ statt $1+(k-1)\alpha_a$; und ebenfalls bei b.

In den einigermaßen konzentrierten Lösungen, in der Nähe des Eutektikums, muß die elektrolytische Dissoziation, α_a und α_b, ziemlich klein sein, selbst wenn sie in verdünnten Lösungen einigermaßen bedeutend wäre. $1+\alpha_a$ und $1+\alpha_b$ mögen sich somit in der Formel für x_e' nicht nennenswert von 1 entfernen; und wenn dazu kommt, daß der Ausdruck $1+\alpha_a$ bzw. $1+\alpha_b$ überall im Nenner wie auch im Zähler hineingeht, machen wir nur einen ziemlich unwesentlichen Fehler, wenn wir $1+\alpha_a$ bzw. $1+\alpha_b = 1$ setzen.[1])

Wie ich in Silikatschmelzlös. II durch Berechnung nachgewiesen habe, ist es höchst wahrscheinlich, daß die Moleküle von Olivin, Augit, Melilith und Anorthit in einer Silikatschmelzlösung nicht polymerisiert sind; wir nehmen folglich die einfachen Formen an (für Olivin Mg_2SiO_4, für Augit $CaMgSiO_6$ usw.).

---

[1]) Prof. H. A. Miers bemerkt unter anderem in einer Besprechung meiner Arbeiten Silikatschmelzlös. I, II, in seiner Presidential Address bei Brit. Assoc. for the Advancem. of Sc., South Afrika 1905 (s. auch Nature, 24. Aug. 1905): „.... if the dissociation is so slight that it may be ignored for one purpose, it is hardly fair to invoke its powerful action for another ....“ Das letztere bezieht sich auf die Löslichkeitserniedrigung bei einem gemeinschaftlichen Ion (s. Silikatschmelzlös. II, pag. 151—156); und das erstere auf die Vernachlässigung von α_a, α_b in der hier vorliegenden Berechnung. Hierzu ist anzuführen, daß selbst, wenn α_a so hoch wie z. B. 0·15, α_b dagegen nur z. B. 0·02 wäre, dies nur einen ziemlich untergeordneten Einfluß auf die berechnete Größe von x_e' hat.

Digitized by Google

Gehen wir von dieser Voraussetzung aus und stellen wir in der Gleichung für x_a' die durch Beobachtung von T_a, T_b und q_a, q_b annähernd bestimmten Werte, so erhalten wir:

Åkermanit : Augit	$x_a' = 0{\cdot}414$
Melilith : Anorthit	$x_a' = 0{\cdot}389$
Diopsid : Olivin	$x_a' = 0{\cdot}324$
Melilith : Olivin	$x_a' = 0{\cdot}222$

Wir stellen zusammen die durch die obige Berechnung von x_a' und die namentlich durch mineralogische Untersuchung bestimmte Zusammensetzung einiger eutektischer Mischungen.

Gefunden	Infolge Berechnung von x_a' nach van't Hoffs Formel I.
Åkermanit : Augit etwa 60% Åkerm. : 40% Augit	59% : 41%
Melilith : Anorthit . . etwa 65% Mel. : 35% Anor.	61% : 39%
Diopsid : Olivin . . zirka 68% Diops. : 32% Olivin	68% : 32%
Melilith : Olivin . . . zirka 74% Mel. : 26% Olivin	78% : 22%

Bezüglich näherer Einzelheiten verweise ich auf Silikatschmelzlös. II, pag. 128—140, von dem das obige ein Referat ist. — Zufolge der kürzlich erschienenen Arbeit von Day and Allen habe ich mit einem zu niedrigen Wert für den Schmelzpunkt des Anorthits gerechnet; würde man den höheren Schmelzpunkt von Anorthit in der Gleichung einsetzen, würde man statt 61% Melilith : 39% Anorthit ungefähr 70% Melilith : 30% Anorthit bekommen.

Sowohl in den beobachteten wie in den aus der Formel berechneten Werten gibt es bedeutende Fehlerquellen; die ganz gute Übereinstimmung kann aber nicht durch Zufälligkeit erklärt werden, sondern muß darauf beruhen, daß van't Hoffs Gesetz der molekularen Schmelzpunkterniedrigung für die Silikatschmelzlösungen gültig ist.

Zu demselben Resultat gelangt auch Th. Ludwig (an dem chemischen Laboratorium für Tonindustrie in Berlin) in einer kürzlich erschienenen, sehr interessanten Abhandlung[1]) „Über Beziehungen zwischen der Schmelzbarkeit und der chemischen Zusammensetzung der Tone". Ludwig, der Spezialist in der keramischen Industrie

[1]) Tonindustrie-Zeitung, 1904, Nr. 63.

Digitized by Google

und in dem Gebrauch von Segerkegeln ist, weist durch pyrometrische (mit Segerkegeln ausgeführte) Untersuchungen von nicht weniger als 85 verschiedenen Tonen, die alle chemisch analysiert sind, nach, daß die Erniedrigung der Feuerbeständigkeit der Tone mit den **äquimolekularen** Mengen der Verunreinigungen proportional ist. Aus seinen zahlreichen und sehr sorgfältigen Untersuchungen zieht er, und zwar mit vollem Recht den Schluß, daß van't Hoffs Gesetz der molekularen Schmelzpunkterniedrigung bei den verdünnten Silikatschmelzlösungen anwendbar ist.

Durch mehrere ganz verschiedene Arbeitswege kommen wir somit zu demselben Resultat bezüglich der Überführung von van't Hoffs Gesetz auf das Gebiet der Silikatschmelzlösungen.

C. Doelter und mehrere Mitarbeiter in seinem Laboratorium haben in der letzteren Zeit[1]) Untersuchungen über die Schmelzpunkterniedrigung der Silikate nach den folgenden zwei Arbeitsmethoden versucht:

1. Mechanische Gemenge zweier Mineralien (Hedenbergit+ Anorthit usw.) sind zu Tetraedern geformt und dann der „Schmelzpunkt" des Gemenges pyrometrisch bestimmt;

2. Mineralgemenge sind zuerst zusammengeschmolzen, rasch zu einem Glas erstarrt und später die „Schmelzpunkte" dieses Glases untersucht.

Doelter kommt hierdurch zu dem Schluß, „daß die Schmelzpunkterniedrigung von Mineralgemengen nur einseitig und nur bei Gläsern eine der Theorie entsprechende ist." .... „Wir haben ... gesehen, daß bei den Silikatgemengen zumeist gar keine Schmelzpunkterniedrigung eintritt ... und daß die Silikate eine Ausnahmestellung einnehmen bezüglich der Schmelzpunkterniedrigung" ... „Es

[1]) Doelter, Die Silikatschmelzen I. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXIII, Abt, I, April 1904; s. auch Anzeiger derselben Kl., 5. Mai 1904 und Zentralbl. f. Min., 1905, Nr 5. — Michaela Vučnik und Berta Vukits, beide im Zentralbl. f. Min., 1904. — Siehe auch die Rekapitulation dieser Abhandlung in Doelter, Phys.-chem. Min., pag. 126—138 und andere Stellen. — Gerade als diese Arbeit zum Druck gehen soll, sehe ich, daß Doelter im Sommer oder Herbst 1905 auch eine Abhandlung Silikatschmelzen II veröffentlicht hat; diese ist mir nicht zugänglich gewesen; und weil der Druck dieser Arbeit schon angefangen ist, kann ich nicht auf die Zusendung von Doelters Silikatschmelzen II warten.

Digitized by Google

sind aber gewichtige Gründe dagegen, die Anwendbarkeit von van't Hoffs Formel $t = \frac{m}{M} \cdot \frac{0{\cdot}02\,T^2}{q}$ zuzulassen, wie J. Vogt glaubte."

Wie ich in Silikatschmelzlös. II, pag. 196, erörtert habe, betrachte ich die Versuche von Doelter und seinen Schülern oder Schülerinnen zur Entscheidung der Frage über die Anwendung von van't Hoffs Gesetz auf die Silikatschmelzlösungen[1]) als unbrauchbar; ich finde es nicht nötig, hier meine Kritik zu wiederholen.[2]) Nur bemerke ich, dass Doelters Behauptung von einer nur „einseitigen" Schmelzpunkterniedrigung im schroffen Widerspruch zu der langjährigen Erfahrung aus der Technik (Anwendung der feuerfesten Steine, Ergebnisse der keramischen Industrie, Benutzung der Segerkegeln usw.) steht. Th. Ludwig, der die obige Behauptung von Doelter offenbar nicht kannte, gibt in seiner oben zitierten Abhandlung eine lesenswerte Darstellung.

Zusatz. In seiner gerade erschienenen Abhandlung: Silikatschmelzen III akzeptiert Doelter die von mir angegebene approximative Berechnung der eutektischen Zusammensetzung x_e' (s. die lange Formel pag. 470) und bemerkt hierüber: „So stimmen manche von mir (D.) experimentell gefundenen eutektischen Mischungen mit den Berechnungen J. H. L. Vogts, z. B. bei Augit-Olivin, dann bei Magnetit-Olivin (also bei großer Krystallisationsgeschwindigkeit), überein, in anderen Fällen aber ist keine Übereinstimmung, was begreiflich erscheint, da ja viele schwer mit Genauigkeit bestimmbare Faktoren in der Formel sich befinden." Mit der letzteren Bemerkung bin ich völlig einverstanden.

Das Eutektikum Augit: Olivin bestimmt Doelter zu 70 Augit: 30 Olivin, während ich 68 Augit: 32 Olivin gefunden habe; eine bessere Übereinstimmung ist nicht zu erwarten.

---

[1]) Selbstverständlich gilt das Gesetz nicht für mechanische Gemenge, sondern bei der Erhitzung von mechanischen Gemengen, zuerst, wenn dieselben einander gegenseitig gelöst haben. Das Eintreten dieser gegenseitigen Lösung von mechanischen Gemengen ist abhängig von der Korngröße, der Zeit der Erhitzung, der latenten Schmelzwärme usw.

[2]) Zur Ergänzung verweise ich auf die Untersuchung von Day and Allen: „The sintering temperature varies within considerable limits with the fineness of the material."

Digitized by Google

Über die Auffassung der Silikatschmelzlösungen als gegenseitige Lösungen und über die elektrolytische Dissoziation der Silikatschmelzlösungen.

Der frühere Sprachgebrauch unterschied bekanntlich zwischen Lösungsmittel und gelöstem Körper und ebenso zwischen verdünnten und konzentrierten Lösungen. Aus verdünnten Lösungen, wie z. B. aus einer verdünnten wässerigen Kochsalzlösung, scheidet sich bei der Abkühlung zuerst das Lösungsmittel (Wasser) in fester Form (als Eis) aus, während sich aus einer konzentrierten Kochsalzlösung bei der Abkühlung anfänglich das Kochsalz, also der gelöste Körper ausscheidet. Je nach dem quantitativen Verhältnis zwischen den zwei Körpern, Wasser und Kochsalz, krystallisiert also bei der Abkühlung zuerst bald das sogenannte Lösungsmittel und bald der sogenannte gelöste Körper. [1])

In der modernen Chemie hat man den früher so scharf betonten Unterschied zwischen dem sogenannten Lösungsmittel und dem sogenannten gelösten Körper aufgegeben und man faßt jetzt die Lösungen als „gegenseitige Lösungen" auf.

Wie ich in Silikatschmelzlös. I und II erörtert habe, folgt als Konsequenz von der Gültigkeit der für die Phasen flüssig : fest herrschenden Gesetze bei den Krystallisationsvorgängen der Silikatschmelzlösungen, daß die flüssige Phase (die Silikatschmelzlösungen) als eine gegenseitige Lösung der bei der Krystallisation sich ausscheidenden Körper aufzufassen ist.

Eine wässerige Kochsalzlösung ist eine gegenseitige Lösung von Wasser (gelöstem Eis) und Kochsalz; in entsprechender Weise ist eine geschmolzene Mischung von Mg_2SiO_4 und $CaMgSi_2O_6$ als eine gegenseitige Lösung von Olivin und Diopsid aufzufassen [2]); und ein Magma, das zu Quarz und Orthoklas erstarren würde, besteht

---

[1]) Diese Darstellung ist teilweise Zitat nach H. v. Jüptner, d. Z. 1904, pag. 185; s. auch Silikatschmelzlös. I, 131—132.

[2]) Zur Erörterung zitiere ich nach Doelters polemischer Abhandlung gegen mich in Zentralbl. f. Min. usw., 1905, pag. 145: „Es ist ..... unstatthaft, ein Glas, welches einer chemischen Zusammensetzung von Olivin-Augit entspricht, als Gemenge von Olivin und Augit zu bezeichnen, ebensowenig wie etwa gefällte Tonerde Korund ist." — Ein solches Glas ist kein „Gemenge" von Olivin und Augit, sondern eine „gegenseitige Lösung" von Olivin und Augit; der Vergleich mit gefällter Tonerde-Korund ist gänzlich irrleitend.

Digitized by Google

aus einer gegenseitigen Lösung von Quarz und Orthoklas; dabei mag freilich in dem letzteren Falle eine H_2O- Verbindung hinzutreten, die bei der Abkühlung unter der Verflüchtigung von H_2O zerfällt.

Durch die Auffassung des Magmas als gegenseitige Lösung derjenigen Verbindungen, welche bei der Abkühlung krystallisieren, erhellen sich die Krystallisationsvorgänge in einfacher Weise, ferner auch, wie ich in einer späteren Abhandlung erörtern werde, die Differentiationsvorgänge. [1])

— Zufolge Doelter (Phys.-chem. Min., pag. 119) „sind die Silikatschmelzen als konzentrierte, nicht als verdünnte Lösungen zu betrachten ....“ (pag. 222). „Die trockenen (Silikat-) Schmelzen stellen jedenfalls sehr konzentrierte Lösungen vor.“

Diese Darstellung ist zutreffend für diejenigen Magmen, wie z. B. die Magmen der Granite-Quarzporphyre-Rhyolite-Obsidiane, die sich einem Eutektikum stark nähern und die ich als anchi-eutektisch bezeichne. Die anchi-monomineralischen Magmen, wie z. B. diejenigen von Peridotit, Labradorfels usw., mögen dagegen nach dem alten Sprachgebrauch als verdünnte Lösungen bezeichnet werden.

In einer gegenseitigen Lösung von wenig Augit und viel Olivin krystallisiert zuerst der Olivin und wir bekommen einen augitarmen Peridotit. Eine solche Lösung mag mit einer Lösung von wenig Kochsalz und viel Wasser verglichen werden und diese Lösung nennt man nach dem alten Sprachgebrauche eine verdünnte Lösung. Sie möchte übrigens auch als eine konzentrierte Lösung von Wasser in Kochsalz bezeichnet werden; dieser Sprachgebrauch hat sich aber nicht eingebürgert.

Die Silikatschmelzlösungen sind Elektrolyte; die gelösten Moleküle sind folglich mehr oder weniger zu Ionen (Kationen und Anionen) dissoziiert. Wir haben leider bisher keine sichere Kenntnis von dem Grad der Dissoziation; nur darf man a priori annehmen, daß dieser bei den verschiedenen „Salzen“ verschieden ist und daß er dabei von der Konzentration, der Temperatur und dem Drucke abhängig ist. Ob die gleichzeitig K, Na, Ca usw. und Al, Fe (dreiwertig) usw. enthaltenden gelösten Silikate, wie beispiels-

[1]) Siehe hierüber auch W. C. Brögger, Das Ganggefolge des Laurdalits, 1898 und Silikatschmelzlös. II, pag. 201—208.

Digitized by Google

weise die gelösten Moleküle von Orthoklas, Albit, Anorthit, Leucit, Granat usw. als Doppelsalze (entsprechend gelöstem Alaun, $KAl-(SO_4)_2$) oder als komplexe Salze (entsprechend gelöstem Blutlaugensalz $K_4-Fe(CN)_6$) aufzufassen sind, ist noch nicht entschieden; wahrscheinlicherweise möchte das erstere im allgemeinen der Fall sein.

Außer dieser elektrolytischen Dissoziation nimmt Doelter eine Dissoziation in Oxyd und Silikat an. Ich zitiere diesbezüglich nach seiner Arbeit: Die Silikatschmelzen I: „In der Schmelzlösung sind verschiedene Gruppen dissoziiert, z. B. FeO, MgO, Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, außerdem die Silikate $KAlSi_2O_6$, $KAlSi_3O_8$, Ca_2AlSiO_6 neben den freien Ionen. — Bei der Erstarrung verbinden sich zuerst FeO, MgO mit Al_2O_3 oder Fe_2O_3, MgO mit SiO_2 zu Orthosilikat, später kommen die komplizierten Gruppen, es finden also Reaktionen statt ....“ „Schmilzt man mehrere Mineralien zusammen, so erhält man eine Lösung, in der die verschiedenen Oxyde FeO, MgO, CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2 dissoziiert sind, außerdem dürften aber noch andere Silikatschmelzen in der Schmelzlösung existieren ....“ „Andere dissoziierte Gruppen, wie FeO, Al_2O_3, MgO, Fe_2O_3 vereinigen sich bei der Abkühlung, denn in der Lösung finden noch Reaktionen statt ....“ und (nach Phys.-chem. Min.): „In der dissoziierten Orthoklasschmelzlösung existiert das Leucitmolekül

$$KAlSi_3O_8 \rightleftarrows KAlSi_2O_6 + SiO_2.“$$

Doelters Schülerin, Fräulein Vučnik, nimmt sogar an, „... daß der Magnetit in FeO und Fe_2O_3 zerfallen ist, während der Anorthit CaO, 2 SiO_2 und Al_2O_3 bildet. Diese 5 Phasen ....“

Die Bildung z. B. von Magnetit und Olivin sollte nach Doelter darauf beruhen, daß im Krystallisationsaugenblicke sich FeO und Fe_2O_3 bzw. 2 MgO und SiO_2 miteinander vereinigen. Als Argument hierfür sollte dienen, daß Magnetit und Olivin sich immer zuerst ausscheiden sollten — eine Behauptung, die jedoch nicht richtig ist (s. Silikatschmelzlös. II, pag. 199—200).

Ich habe vergebens in den Arbeiten von Doelter und seinen Schülern nach einem wirklichen Argument für seine Auffassung von der Dissoziation in Oxyde usw. und für seine Annahme von besonderen Reaktionen bei der Krystallisation zwischen Oxyd und Silikat usw. gesucht.

Digitized by Google

Seine Hypothese scheint in Verbindung mit seiner Vermutung, daß die Silikatschmelzlösungen z. B. bezüglich van't Hoffs Gesetz eine „Ausnahmestellung" einnehmen sollten, zu stehen; „wahrscheinlich zeigen die Silikatschmelzen doch zum Teil von den wässerigen Lösungen abweichende Eigenschaften."

Meine bisherigen Beobachtungen führen mich zu dem Schlusse, daß eine solche „Ausnahmestellung" nicht vorliegt; ich gehe im folgenden davon aus, daß wir die Krystallisationsvorgänge der Eruptivgesteine durch die ursprünglich besonders mit den wässerigen Lösungen fürs Auge ausgearbeiteten Gesetze erklären können — und ich finde als Resultat, daß dies gelingt.

— Indem ich darauf hinweise, daß die obige Deutung der Natur der Silikatschmelzlösungen im wesentlichen schon in Silikatschmelzlös. I zu lesen ist, zitiere ich aus einer Besprechung von W. Ostwald über diese Arbeit in Zeitschr. f. phys. Ch., 1904, pag. 756: „Daß die angegebene Auffassung richtig ist, läßt sich schon aus der Tatsache schließen, daß die Silikatschmelzen Elektrolyte sind, daß somit das im flüssigen Zustande vorhandene Gleichgewicht sich in kürzester Zeit herstellt und nur von der Zusammensetzung, nicht aber von der Vorgeschichte abhängig ist. Noch nicht genügend klargestellt aber dürfte die Frage sein, ob das, was sich fest ausscheidet, immer dem endgültigen Gleichgewicht entspricht oder ob nicht in weiteren oder engeren Grenzen metastabile Zwischenprodukte entstehen und durch Abkühlung fixiert werden." — Diese letztere Frage ist noch nicht beantwortet.

Über die Erstarrung von Mischkrystallen aus Silikatschmelzlösungen.

Die meisten gesteinsbildenden Mineralien — nämlich unter den mehr verbreiteten sämtliche mit Ausnahme von Quarz — sind Mischkrystalle.

Einige, wie z. B. die Olivine, sind binäre Mischkrystalle mit den zwei Komponenten Mg_2SiO_4 und F_2SiO_4; andere, wie z. B. die Feldspate, sind ternäre Mischkrystalle[1]) mit den drei Komponenten $KAlSi_3O_8$ (Or), $NaAlSi_3O_8$ (Ab) und $CaAl_2Si_2O_8$ (An); wieder-

[1]) Wir setzen hier außer Betracht, daß die Olivine der Eruptivgesteine eine Spur Mn_2SiO_4 usw. und die Feldspate eine Spur Ba-Komponente enthalten mögen.

Digitized by Google

um andere, und zwar sehr viele Mineralien, wie die Pyroxene, Amphibole, Glimmer, Granat usw., sind noch mehr komplexe Mischkrystalle mit einer ganzen Anzahl Komponenten.

— Wie ich in meiner Arbeit Silikatschmelzlös. I und II erörtert habe, lassen sich die Erstarrungsvorgänge der Mischkrystalle aus Silikatschmelzen und Eruptivmagmen aus Roozebooms einschlägiger Theorie ableiten.

Eine völlige Gleichheit bei allen Mischungsverhältnissen der Komponenten zwischen der Zusammensetzung der gegenseitigen Lösung der Komponenten einerseits und der aus dieser Lösung sich ausscheidenden Mischkrystalle andrerseits ist zufolge Roozeboom nur dann möglich, wenn die Komponenten denselben Schmelzpunkt haben und daneben auch die größtmögliche physikalische Gleichheit zwischen denselben herrscht. Nur bei den Erstarrungstypen II und III findet eine Identität der Lösung und der Mischkrystalle lokal am Maximum bzw. Minimum der Erstarrungskurve statt. Jetzt wissen wir, zufolge der pyrometrischen Untersuchungen (von Allen and Day, Doelter, Joly, Cusack, Brun, mir selber usw.), daß die verschiedenen Komponenten, z. B. die Feldspate, Pyroxene, Amphibole, Olivine, Melilithe, Granate usw., durch verschiedene Schmelzpunkte gekennzeichnet werden; eine Identität zwischen der Lösung der Komponenten und des sich zuerst ausscheidenden Mischkrystalls tritt somit bei den Mineralien im allgemeinen nicht ein.

Bei der Auskrystallisation des sich zuerst ausscheidenden Mischkrystalls wird das Verhältnis zwischen den Komponenten a und b — indem wir vorläufig nur an eine binäre Kombination denken — in der Lösung etwas verschoben; wenn a in den Mischkrystall, wird b in die Lösung konzentriert. Wenn der zuerst ausgeschiedene Mischkrystall sich bei sinkender Temperatur nicht kontinuierlich, indem etwas a in dem Krystall durch etwas b aus der Lösung ersetzt wird, im Gleichgewicht mit der Lösung hält, müssen sich bei der weiteren Krystallisation Mischkrystalle von einer veränderten Zusammensetzung, nämlich mit einer immer wachsenden b-Menge ausscheiden.

Dasselbe wiederholt sich auch in Lösungen mit mehreren Mischkrystallkomponenten.

Wenn die sich später ausscheidenden Mischkrystalle sich in der krystallographischen Orientierung an den zuerst gebildeten Krystall

Digitized by Google

absetzen, erhalten wir einen Krystall mit einem zonalen Schichtenbau, eine Erscheinung, die bekanntlich in den Eruptivgesteinen wie auch in den Schlacken überaus allgemein ist.

Die späteren Mischkrystalle mögen sich unter gewissen Bedingungen auch als selbständige Individuen ausscheiden, und zwar dürfte dies besonders bei relativ hoher Viskosität in Verbindung mit relativ schneller Abkühlung eintreten.

Die letzteren Mischkrystalle werden in diesem Falle wegen der Steigerung der Viskosität bei abnehmender Temperatur jedenfalls sehr häufig in kleineren Individuen ausfallen. Wir bekommen in dieser Weise besondere „Generationen" (oder „Konsolidationen") mit verschiedener Zusammensetzung der Mischkrystalle in den nacheinander folgenden „Generationen". Dies ist bekanntlich bei den Plagioklasen eine sehr allgemeine Erscheinung, und zwar eine so allgemeine Erscheinung, daß die französischen Forscher dieselbe als ein petrographisches Klassifikationsprinzip benutzt haben.

Im großen ganzen gerechnet ist die Zonalstruktur der verschiedenen zu demselben Krystallsystem gehörigen gesteinsbildenden Mineralien wie auch die erste und zweite sogenannte Generation der Plagioklase mehr ausgeprägt bei den Erguß- und Ganggesteinen als bei den Tiefengesteinen.[1])

Dies läßt sich ganz einfach dadurch erklären, daß die Erstarrung der Tiefengesteine so überaus langsam vor sich ging, daß der sich ausscheidende Mischkrystall sich in vielen Fällen in kontinuierlichem Gleichgewicht mit der Lösung halten konnte (cfr. Fall 1, pag. 445—446).

In den relativ schneller abgekühlten Gang- und Ergußgesteinen dagegen möchten die zuerst gebildeten Mischkrystalle nicht oder nur teilweise imstande sein, sich mit der Schmelze, von etwas verschobener Zusammensetzung, im Gleichgewicht zu halten; es scheiden sich

---

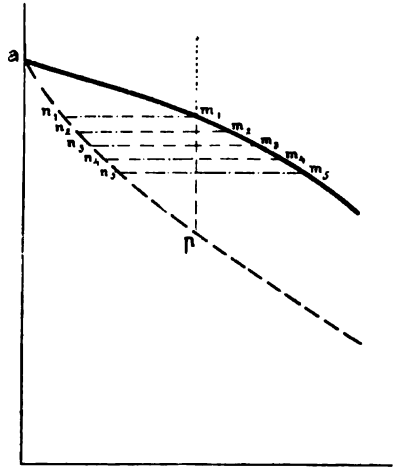
[1]) Beispielsweise verweise ich auf die Plagioklase einerseits in den Andesiten, Daciten usw. und andrerseits in den Gabbros, Labradorfelsen usw. Die ersteren zeigen im allgemeinen eine sehr markierte Zonalstruktur; die letzteren dagegen in der Regel gar keine Zonalstruktur.

Digitized by Google

somit bei sinkender Temperatur Mischkrystalle von veränderter Zusammensetzung aus[1]) (cfr. Fall 2, pag. 446).

Häufig begegnet man bei den zonal struierten Mischkrystallen der Eruptivgesteine keinem ganz schrittweisen Übergang zwischen den verschiedenen nacheinander folgenden Schichten, sondern einer Reihe dünner Zonen, unter denen jede einzelne homogen ist und die durch mehr oder weniger ausgeprägte Grenzflächen voneinander getrennt sind; es findet also ein Sprung oder beinahe ein Sprung von der einen bis zu der anderen Zone statt. Dies dürfte

Fig. 9.



darauf beruhen, daß der sich ausscheidende Mischkrystall, der relativ schnellen Abkühlung wegen, nur innerhalb gewisser Intervalle sich mit der Lösung im Gleichgewicht halten konnte: bei der Abkühlung der Schmelze von m_1 bis m_2 (s. Fig. 9) veränderte sich die Zusammensetzung des anfänglichen Mischkrystalls n_1 zu der Zusammensetzung n_2; bei der weiteren Abkühlung der Schmelze von

[1]) Wie ich in einem unten folgenden Abschnitte erörtern werde, gelange ich auch durch andere Arbeitswege zu dem Schlusse, daß die Hauptursache zu dem Strukturunterschiede zwischen den Tiefengesteinen einerseits und den Gang- und Deckengesteinen andrerseits nicht, wie es häufig bisher angenommen ist, in dem höheren Druck und der höheren Temperatur, sondern in der längeren Dauer der Abkühlung der Tiefengesteine zu suchen ist.

Digitized by Google

m_2 bis m_3 war der vorliegende Mischkrystall n_2 so groß geworden, daß er sich nicht länger im Gleichgewicht mit der Schmelze halten konnte; es schied sich folglich eine neue Zone aus, die sich auf einer Strecke im Gleichgewicht mit der Schmelze halten konnte usw. Es resultierten somit voneinander scharf getrennte oder beinahe scharf getrennte Zonen von der Zusammensetzung bzw. n_2, n_3, n_4, n_5 usw.

Die Fähigkeit der verschiedenen Mischkrystallmineralien, sich im Gleichgewicht mit der Lösung zu halten, ist eine Funktion der Zeit (Dauer der Abkühlung), der Viskosität usw. und ist auch von der Natur des betreffenden Minerals abhängig. Und selbst bei einem und demselben Mineral mag der Austausch zwischen den Komponenten a, b usw. in dem Mineral und a, b usw. in der Lösung in den verschiedenen krystallographischen Richtungen verschieden ausfallen. Hierdurch mag erklärt werden, daß die zonalen Schichten in den verschiedenen krystallographischen Richtungen eine verschiedene Zusammensetzung ergeben können; ein solcher Fall wurde zuerst von W. C. Brögger[1]) bei Akmit-Aegirin und Homilit beschrieben.

Die Bestimmung, welchem Typus die verschiedenen Mischkrystallkombinationen angehören, mag nach verschiedenen Methoden ausgeführt werden: man kann synthetisch, wie Day and Allen es für die Plagioklase gemacht haben, arbeiten; oder analytisch, auf Grundlage des in der Petrographie in überaus reichlicher Menge aufgespeicherten Beobachtungsmateriales.

In den Eruptivmagmen findet die Erstarrung der Mischkrystalle in Lösungen statt, die neben den Komponenten a, b usw. der Mischkrystalle häufig eine ganze Reihe fremder Komponenten führen. Diese beeinflussen das Verhältnis a : b usw. in dem resultierenden Mischkrystall etwas; aber doch, wenn die fremden Komponenten in relativ kleinerer Menge gegenwärtig sind, nicht sehr beträchtlich.

Indem ich auf die Erörterung über Mischkrystalle in Silikatschmelzlös. I und II (I, pag. 143—159, II, pag. 104—113, 180—188) verweise, werde ich hier beispielsweise

die **Olivine** der Eruptivgesteine mit den zwei Komponenten Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 kurz besprechen.

[1]) Zeitschr. f. Kryst. Min., XVI, 1890.

Digitized by Google

Die erhaltenen Mischkrystalle $Mg_2SiO_4 : Fe_2SiO_4$ sind kontinuierlich; es handelt sich somit nur um eine der Typen I, II oder III. Zur Entscheidung des Typus haben wir die folgenden Beobachtungen[1]):

1. Mg_2SiO_4 hat einen viel höheren Schmelzpunkt als Fe_2SiO_4; die Schmelzpunkte betragen nach Doelter[2]) für Mg_2SiO_4 zirka 1400° und für Fayalit zirka 1065°. Nach Doelters Bestimmungen zeigen die „Schmelzpunkte" — was annähernd dem Mittel des Schmelzpunktintervalles zwischen m und p auf Fig. 5 oder 9 entsprechen dürfte — einer Reihe Olivine mit abnehmender Mg_2SiO_4- und zunehmender Fe_2SiO_4-Menge kontinuierlich niedrigere Werte, ohne Maximum und ohne Minimum; hieraus folgt, daß die Kombination $Mg_2SiO_4 : Fe_2SiO_4$ bei dem Druck von einer Atmosphäre Typus I angehört.

2. A. Sigmund[3]), F. Becke[4]) und M. Stark[5]) haben durch mikroskopische Untersuchungen verschiedener zonal gebauter Olivine in Basalten nachgewiesen, daß das schwerer schmelzbare Mg_2SiO_4-Silikat im Kern und andrerseits das leichter schmelzbare Fe_2SiO_4-Silikat in der Hülle konzentriert ist. Stark berechnet aus der Größe der Achsenwinkel in einem Falle eine Anreicherung an Eisensilikat von $19^1/_2\%$ im Kern zu $34^1/_2\%$ in der Hülle. Folglich bleibt auch bei dem in den Eruptivgesteinen — oder jedenfalls in den Deckengesteinen — herrschenden Druck Typus I bestehen.

Wie ich in meiner Abhandlung über „Die anchi-eutektischen und anchi-monomineralischen Eruptivgesteine" nachweisen werde, erklärt sich die Zusammensetzung der — nach eingreifenden Differentationsprozessen hervorgegangenen — Peridotite ebenfalls dadurch, daß $Mg_2SiO_4 : Fe_2SiO_4$ Typus I angehört.[6])

Wie wir unten näher besprechen werden, übt eine Veränderung des Druckes — jedenfalls bis zu dem in den Tiefengesteinen herr-

---

[1]) Siehe Silikatschmelzlös. I, pag. 151—152. — Doelter hat später in Phys.-chem. Min., 1905, pag. 63—65, meine früher gelieferte Darstellung rekapituliert.

[2]) D. Z., XXII, 1903.

[3]) Die Basalte der Steiermark. D. Z., XVI, pag. 353.

[4]) Über die Zonarstruktur der Krystalle in Erstarrungsgesteinen. Ebenda, XVII, pag. 97.

[5]) Die Gesteine Usticas usw. Ebenda, XXIII, pag. 485.

[6]) Siehe hierüber das vorläufige Referat in meiner kürzlich in der neuen Norw. geol. Zeitschr., 1905, veröffentlichten Abhandlung.

Digitized by Google

schenden Druck — nur einen ziemlich untergeordneten Einfluß auf den Charakter der Erstarrungskurven oder -flächen der Mischkrystalle aus.

Über die Zonalstruktur als Zeugnis einer relativ kleinen Übersättigung.

Wo die Krystallisation einer binären Mischkrystallösung der Übersättigung wegen zuerst an p (s. Fig. 5 oder 9) stattfindet, erhalten wir einen homogenen Mischkrystall. Andrerseits bekommen wir, wenn die Krystallisation zwischen m und p anfängt — unter Voraussetzung von fehlendem Gleichgewicht zwischen Lösung und Krystall — eine Zonalstruktur (bzw. erste und zweite Generation), und zwar ist die Zonalstruktur je mehr hervortretend, je näher die Krystallisation an m beginnt.

Eine ausgeprägte Zonalstruktur liefert uns somit den Beweis, daß die Krystallisation schon bei einer relativ kleinen Übersättigung anfing.

Bei den Decken- und Ganggesteinen kennzeichnen sich die Feldspate, Augite usw. in der Regel durch eine sehr markierte Zonalstruktur; die Übersättigung bei der Erstarrung mag freilich eine Rolle gespielt haben; sie mag aber — jedenfalls in dem Anfang des Krystallisationsprozesses bei relativ hoher Temperatur und folglich bei relativ niedriger Viskosität — nicht überaus stark gewesen sein. Ein approximatives Maß für den Grad der Übersättigung am Anfange der Krystallisation erhalten wir unten bei der Besprechung der Ab : An-Kombination.

Über die analytischen Merkmale zur Entscheidung, ob bei den diskontinuierlichen Mischungsreihen Typus IV oder V vorliegt.

Bei Typus IV[1]) (s. Fig. 10) werden aus Lösungen von der Zusammensetzung zwischen b (100% b) — wo T_b niedriger als T_a liegt — und K b-Mischkrystalle mit einer relativ gestiegenen a-Menge ausgeschieden; die Ausscheidung (aus der flüssigen Phase) von a-Mischkrystallen nach den b-Mischkrystallen ist somit ausgeschlossen.

Aus Lösungen von der Zusammensetzung a—m krystallisieren zuerst a-Mischkrystalle, mit relativ wenig b; bei Gleichgewicht

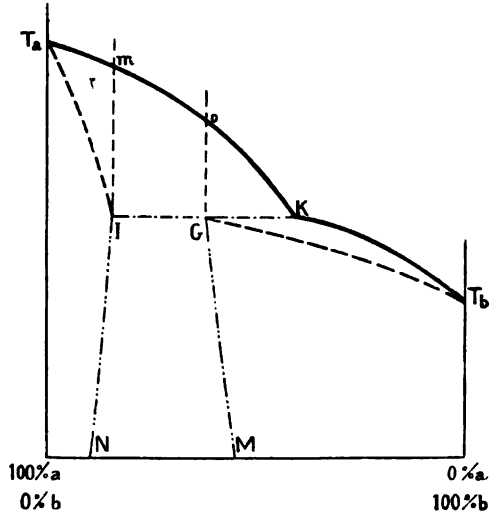
[1]) S. Roozeboom, Zeitschr. f. phys. Chemie, XXX, 1899, pag. 402 und 404.

Digitized by Google

zwischen Lösung und Mischkrystall wird die ganze b-Menge in die a-Mischkrystalle aufgenommen.

Aus Lösungen von der Zusammensetzung m—o und o—K krystallisieren ebenfalls zuerst a-Mischkrystalle mit etwas b. Wenn Gleichgewicht zwischen Lösung und Mischkrystall nicht vorliegt, resultieren a-Mischkrystalle mit einer immer steigenden b-Menge, und später, nämlich wenn die Lösung zu K gekommen ist, hört die

Fig. 10.



Bildung von a-Krystallen auf und die Ausscheidung von b-Krystallen beginnt.

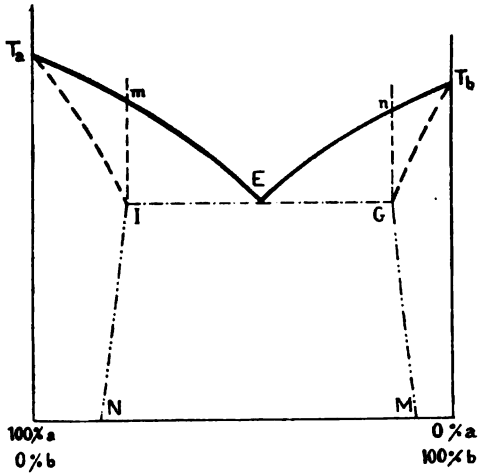
Bei Gleichgewicht zwischen Lösung und Mischkrystall erhalten wir auf einem gewissen Stadium a-Mischkrystalle von der Zusammensetzung I und flüssige Lösung von der Zusammensetzung K. Jetzt beginnt eine Umwandlung (eine Art von Resorption) der a-Krystalle von der I-Zusammensetzung, und zwar mit der Folge, daß aus Lösungen von der Zusammensetzung o—K zum Schluß nur b-Krystalle, mit einer relativ hohen a-Menge, resultieren. Aus Lösungen von der Zusammensetzung m—o bekommt man zum Schluß a-Krystalle von der I-Zusammensetzung und b-Krystalle von der G-Zusammensetzung, und zwar derart, daß die Krystallisation der b-Krystalle später als diejenige der a-Krystalle beginnt.

Digitized by Google

Bei diesem Typus ist somit die Krystallisationsfolge: 1.b-Krystalle und 2.a-Krystalle, bei Gleichgewicht wie auch bei fehlendem Gleichgewicht, ausgeschlossen. Die Krystallisationsfolge: 1.a-Krystalle und 2.b-Krystalle muß dagegen, unter gewissen Verhältnissen zwischen a und b in der ursprünglichen Lösung, eintreten, und dies zwar sowohl bei Gleichgewicht wie auch bei fehlendem Gleichgewicht.

— Bei Typus V (Fig. 11) krystallisieren aus Lösungen von der Zusammensetzung a—m a-Krystalle; bei Gleichgewicht wie auch, wenn m nicht allzu nahe an E liegt, bei fehlendem Gleichgewicht zwischen Lösung und Krystall geht die ganze b-Menge in die a-Krystalle hinein.

Fig. 11.



Aus Lösungen von der Zusammensetzung m—E krystallisieren zuerst a-Krystalle, und zwar resultieren hier bei Gleichgewicht zwischen Lösung und Krystall als Endprodukt nur a-Krystalle von der konstanten I-Zusammensetzung; bei fehlendem Gleichgewicht bekommen wir a-Mischkrystalle mit zunehmender b-Menge, und zwar zum Schluß von der I-Zusammensetzung. In beiden Fällen erfolgen auf einem gewissen Stadium a-Krystalle und Lösung von der E-Zusammensetzung; von jetzt ab krystallisieren gleichzeitig sowohl a-Krystalle von der I- wie b-Krystalle von der G-Zusammensetzung.

In entsprechender Weise verhält es sich bei einem ursprünglichen Überschuß von b in der Lösung.

In intermediären Lösungen, zwischen m und n, erhält man also je nach dem ursprünglichen Verhältnisse zwischen a und b die

Digitized by Google

Krystallisationsfolge zuerst a-Krystalle und später dabei auch b-Krystalle, wie auch die umgekehrte Krystallisationsfolge, zuerst b-Krystalle und später dabei auch a-Krystalle.

Für beide Typen gilt, daß die Resultate etwas durch Übersättigung verschoben werden können.

Als ein ferneres Unterscheidungsmerkmal dient, daß die a- und b-Krystalle bei Typus V nur eine einigermaßen kleine Menge von der anderen Komponente aufnehmen können; nämlich weniger als E. Bei Typus IV mögen die a-Krystalle ebenfalls nur einigermaßen wenig b enthalten können; die b-Krystalle hier können dagegen relativ viel a aufnehmen, indem b—G größer ist als b—K. (Fig. 10.)

Bei den kontinuierlichen binären Mischungsreihen wächst „die Möglichkeit einer Kurve mit Maximum oder Minimum mit der Annäherung der Schmelzpunkte der beiden Komponenten" (Zitat nach Roozeboom, l. c. pag. 397). Wo die Schmelzpunkte sehr weit voneinander entfernt liegen, wird in den meisten Fällen Typus I vorliegen (Beispiel: Mg-Olivin : Fe-Olivin; Enstatit : Hypersthen; Anorthit : Albit); doch ist hier auch Typus II mit Maximum in der Nähe von a oder Typus III mit Minimum in der Nähe von b denkbar.

Bei den diskontinuierlichen binären Mischungsreihen ist nur Typus V möglich, wenn a und b gleich hohe Schmelzpunkte haben. Und die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit von Typus IV steigt hier mit dem Schmelzpunktunterschied zwischen a und b.

Die Mischkrystallkombination Enstatit $Mg_2Si_2O_6$: Diopsid $CaMgSi_2O_6$; Beispiel von Typus IV.[1])

Die zwei Mineralien gehören verschiedenen Krystallsystemen an und bilden eine diskontinuierliche Mischungsreihe; es handelt sich somit hier nur um entweder Typus IV oder V. — Enstatit hat einen nicht unwesentlich höheren Schmelzpunkt als Diopsid; nach Doelter (d. Z., XXII) betragen die Schmelzpunkte von Enstatit (mit ein klein wenig Fe- und Ca-Silikat) ca. 1375—1400°; und von Diopsid ca. 1225—1250°.

1. Zufolge Åkerman zeigen einige geschmolzene Mischungen von $CaMgSi_2O_6$ und $Mg_2Si_2O_6$ kontinuierlich höhere „totale Schmelzwärme" und somit auch höhere Temperatur am Beginn der Krystallisation, je mehr die $Mg_2Si_2O_6$-Menge beträgt. Besonders hebe ich

[1]) S. Silikatschmelzlös. II, pag. 105, 108—109.

Digitized by Google

hervor, daß eine geschmolzene Metasilikatmischung mit 0·25 Ca : 0·75 Mg, die in bezug auf chemische Zusammensetzung in der nächsten Nähe der von mir bestimmten „Individualisationsgrenze" zwischen den zwei Mineralien liegt, eine nicht unwesentlich höhere „totale Schmelzwärme" ergab, als diejenige von $CaMgSi_2O_6$. Es ist aus diesen Beobachtungen berechtigt den Schluß zu ziehen, daß die Erstarrungskurve zwischen $CaMgSi_2O_6$ und $Mg_2Si_2O_6$ keine Erniedrigung, wie an Typus V, zeigt, sondern derart verläuft, wie es Typus IV verlangt.

2. Eine Reihe Analysen von Enstatit aus Eruptivgesteinen ergeben bis zu etwa 2—2·50% CaO; einige ältere Analysen, welche eine noch etwas höhere CaO-Menge zeigen, sind ziemlich sicher nicht zuverlässig, teils weil das Analysenmaterial von monoklinem Augit verunreinigt war, und teils Analysenfehler wegen. Zufolge den präsumptiv zuverlässigen Analysen sollte die $CaMgSi_2O_6$-Menge in dem bei hoher Temperatur ausgeschiedenen Enstatit etwa 12—15% ausmachen können [1]); hierdurch ist die prozentische Zusammensetzung von Punkt I in Fig. 10 einigermaßen genau bestimmt.

Der monokline Augit dagegen mag, neben $CaMgSi_2O_6$ und $CaFeSi_2O_6$ nebst etwas $(MgFe)(AlFe)_2SiO_6$ und anderen $(AlFe)_2$-Silikaten, ganz beträchtliche Mengen von $Mg_2Si_2O_6$ und $Fe_2Si_2O_6$ führen. Zur Erörterung verweise ich auf einige

Analysen von monoklinem Augit aus Eruptivgesteinen.

	Nr. 112	127	132	113	105	125
SiO_2 . .	55·51	53·36	50·25	53·26	51·37	47·72
TiO_2 . .		0·71	0·45			
Al_2O_3 . .		2·24	1·25	4·01	3·71	3·44
Fe_2O_3 . .		1·51	5·86	3·42	2·85	5·93
FeO . . .	22·89	12·63	17·40	14·07	10·66	18·34
MnO . .				Sp.	0·78	
MgO . .	13·97	22·22	15·72	14·65	19·53	12·89
CaO . .	7·63	8·17	8·73	10·15	10·57	11·40
Na_2O . .			0·82			0·86
K_2O . .			0·47			0·37
Summe . .	(100·00)	100·84	100·95	99·56	99·47	100·95

[1]) Bei der später eintretenden Abkühlung mag eine Entmischung des zuerst gebildeten Enstatits nach der Kurve J—N in Fig. 10 eintreten können; siehe hierüber einige Bemerkungen am Schluß des unten folgenden Abschnittes über die perthitischen Einlagerungen in Orthoklas (und Mikroklin).

Digitized by Google

Die Numerierung bezieht sich auf die Nummern in A. Osann, Beitr. z. chem. Petrographie, II, 1905, pag. 255—258. — Nr. 112 aus Hornblendepyroxenandesit von Ecuador; Nr. 105, 113 aus Augitandesit von den Philippinen bzw. von Japan; Nr. 127, 132 aus Diabas von der Kapkolonie, bzw. von Halleberg, Schweden; Nr. 125 aus „Trapp" von New-Jersey. — Nr. 112 nach Siemiradzki, N. J. f. M., B. B. IV, pag. 209. Nr. 127 nach Cohen, N. J. f. M., B. B. V, pag. 235; Nr. 132 nach Merian, N. J. f. M., B. B. III, pag. 289; Nr. 113 nach Koto, Quart. Journ., 1884, pag. 438; Nr. 105 nach Oebbeke, N. J. f. M., B. B. I, pag. 472; Nr. 125 nach Phillips, Amer. Jour. of Sc., CLVIII, 1899, pag. 281.

Die Analyse Nr. 112 dürfte vielleicht nicht berücksichtigt werden, einerseits weil sie unvollständig ist, und andrerseits weil eine Beimischung von Hypersthen der Beschreibung zufolge nicht ausgeschlossen zu sein scheint. Bei Nr. 127, 132, 105 wird von den betreffenden Forschern ausdrücklich hervorgehoben, daß den untersuchten Augiten rhombische Pyroxene nicht beigemischt waren. Das Analysenmaterial Nr. 113 dürfte vielleicht ein wenig Magnetit enthalten haben.

Cohen und Merian berechnen Nr. 127 bzw. 132 als:

Nr. 127:

$MgSiO_3$	52·42%
$FeSiO_3$	23·15%
$CaSiO_3$	16·92%
$MgAl_2SiO_6$	4·42%
$MgFe_2Si_4O_{12}$	4·15%
	101·06%

Nr. 132:

$MgCaSi_2O_6$	36·0%	
$Mg_2Si_2O_6$	22·0%	50%
$Fe_2Si_2O_6$	28·0%	
$MgAl_2SiO_6$	3·0%	
$MgFe_2SiO_6$	5·5%	14%
$NaFe_2Si_2O_6$	5·5%	
	100·0%	

Beide Analysen ergeben somit etwas mehr $Mg_2Si_2O_6 + Fe_2Si_2O_6$ als $CaMgSi_2O_6$ (oder dieses plus $CaFeSi_2O_6$). $Fe_2Si_2O_6$ mag jedenfalls annähernd $Mg_2Si_2O_6$ ersetzen, und die in die monoklinen Augite hineingehenden Moleküle von $(MgFe)(AlFe)_2SiO_6$, bzw. von $(MgFe)(AlFe)_2Si_4O_{12}$, die immer in relativ kleiner Menge vertreten sind, sind nicht von entscheidender Bedeutung für die Konstitution des Minerals. Wir dürfen somit den Schluß ziehen, daß monokliner Augit bis etwa 55—60% $Mg_2Si_2O_6$ neben 45—40% $CaMgSi_2O_6$

Digitized by Google

enthalten mag. Hierdurch ist die Lage der Zusammensetzung von Punkt G, in Fig. 10, annähernd bestimmt.

Zufolge meinen früheren Untersuchungen (Silikatschmelzlös. I, pag. 29—30) liegt die „Individualisationsgrenze" (entsprechend Punkt K an Fig. 10) in CaMg- oder $CaMg_{Fe}$-Metasilikatschmelzen, zwischen monoklinem und rhombischem Pyroxen, zwischen den Werten 0·32 Ca : 0·68 Mg_{Fe} und 0·27 Ca : 0·73 Mg, wahrscheinlich am nächsten bei 0·3 Ca : 0·7 Mg, oder bei rund 60% $CaMgSi_2O_6$: 40% $Mg_2Si_2O_6$ (bei mehr $CaMgSi_2O_6$ in der Lösung krystallisiert monokliner, bei mehr $Mg_2Si_2O_6$ in der Lösung dagegen rhombischer Pyroxen).

Wir stellen die Resultate zusammen:

	Prozent $CaMgSi_2O_6$: Prozent $Mg_2Si_2O_6$
Maximale Menge von $CaMgSi_2O_6$ im rhombischen Pyroxen (Zusammensetzung von Punkt I)	zirka 12—15% : 88—85%
Maximale Menge von $Mg_2Si_2O_6$ in monoklinem Pyroxen (Zusammensetzung von Punkt G)	zirka 45—40% : 55—60%
„Individualisationsgrenze" zwischen den beiden Mineralien (Zusammensetzung von Punkt K)	zirka 60% : 40%.

Auch hieraus folgt Typus IV.

3. In den Eruptivgesteinen begegnet man bekanntlich ziemlich häufig der Krystallisationsfolge: 1. Enstatit, 2. monokliner Augit; die umgekehrte Krystallisationsfolge: 1. monokliner Augit, 2. Enstatit ist dagegen meines Wissens überhaupt nie beobachtet worden. Auch dies gibt Typus IV an.

Drei voneinander unabhängige Arbeitswege führen somit zu dem Schlusse, daß die Kombination Enstatit : Diopsid Typus IV angehört.

Digitized by Google

Die Feldspate. [1])

Wir beginnen mit einer Zusammenstellung von Analysen, die ich zu der Erörterung der Erstarrung der Feldspatmischkrystalle gebrauche und die ich auch für den später folgenden Abschnitt über die Krystallisationsvorgänge der „granitischen" Eruptivmagmen nötig habe.

Bemerkungen bezüglich der Analysen:

Bei Nr. 1—37, 42—46 beziehen sich die Analysen a auf das ganze Gestein, die Analysen b auf die Feldspateinsprenglinge und die Analysen c auf die Glasbasis bzw. Grundmasse aus demselben; in der Kolonne c bezeichnet „Glas" nicht überall ein reines Glas, sondern Glas mit einigen krystallinen Ausscheidungen, und „Grundmasse" eine Grundmasse, die häufig etwas Glas enthält; eine scharfe Grenze läßt sich in vielen Fällen nicht ziehen. Die Angaben „zuerst Plagioklas" bzw. „zuerst Sanidin" in der b-Kolonne bezieht sich nur auf die Art des zuerst ausgeschiedenen Feldspatminerals.

Die Analysen Nr. 55—63 gelten relativ Or-reichen Eruptivgesteinen mit Krystallisationsfolge: Orthoklas früher als Plagioklas; und die Analysen Nr. 64—71 relativ Ab + An-reichen Gesteinen mit der umgekehrten Krystallisationsfolge: Plagioklas früher als Orthoklas. Ich habe hier nur eine kleine Auswahl von Gesteinsanalysen angeführt.

H_2O bezeichnet bald H_2O, bald Glühverlust. In vielen Gesteinen ist die ganze Eisenmenge teils nur als Fe_2O_3, teils nur als FeO aufgeführt.

Von den Analysen sind eine bedeutende Anzahl, nämlich nicht weniger als 22, Lagorios bekannter Arbeit (vom Jahre 1887) entnommen.

Literaturverzeichnis.

A. Lagorio, Über die Natur der Glasbasis sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma; d. Z., VIII, 1887. — F. Fouqué, Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques Bull. soc. fr. min., XVII, 1894. — J. Siemiradzki, Geol. Reisenotizen aus Ecuador. N. J. f. M., G., P. B. B. IV, 1886. — Hamilton Emmons, The Petrography of the Island of Capraja. Quart. Journ., IL, 1893. — J. J. H. Teall, Petrolog. Notes on some North-of-England Dykes. Quart. Journ., 1884. — J. Petersen, Untersuchungen am Enstatitporphyrit aus den Cheviot Hills. Inaug.-Diss. Kiel 1884. — A. Hague and I. P. Iddings, Volcanoes of Northern California, Oregon and Washington Territory. Amer. Journ. of Sc., 3, XXVI, 1883. — F. Loewinson-Lessing, Geol.-petrogr. Unters. im Bereich des Massivs und der Ausläufer des Kasbek im Jahre 1899 (Materialien z. Geol. Russl., 21, 1901; zitiert nach Ref. in N. J. f. M., G., P., 1902, II, pag. 392). — F. J. Williams, Über den Monte Amiata in Toskana und seine Gesteine. N. J. f. M., G., P., B. B. V, 1887. — H. Laspeyres, Z. d. deutsch. geol. Ges., 1864. — A. Streng, N. J. f. M., G., P., 1860. — P. J. Holmquist, Rödöområdets Rapakivi och Gångbergarter. Schwed. geol. Unters., Ser. C, 181, 1899. — W. Deecke, Der Granitstock des Elsässer Belchen in den Südvogesen. Z. d. deut. geol. Ges., 1891. Ferner wird auf die Angaben betreffend der verschiedenen Gesteine hingewiesen.

[1]) Dieser Abschnitt ist eine Erweiterung des entsprechenden Abschnittes in Silikatschmelzlös. II, pag. 180—188.

Digitized by Google

	Meso-basalt	Basische Obsidiane		Andesite						
	(Lag.)	(Lag.)	(Forq.)	(Lag.)	(Siem.)	(Fouqué)		(Emmons)		
	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a
SiO_2	49·10*	59·92	—	56·73	59·33	—	—	56·82	59·06	60·39*
Al_2O_3	19·84	18·09	—	20·44	14·28	—	—	16·68	16·40	16·96
Fe_2O_3	3·46	4·52	—	5·71	10·71	—	—	3·84	2·88	1·50
FeO	8·62	—	—	—	—	—	—	4·57	4·18	3·42
MgO	2·51	0·44	—	2·58	3·38	—	—	3·93	2·63	3·81
CaO	8·95	2·19	—	7·23	6·50	—	—	6·36	4·32	5·41
Na_2O	2·92	6·23	—	3·73	4·07	—	—	3·39	5·29	3·37
K_2O	0·53	7·24	—	2·45	1·79	—	—	2·81	1·49	2·01
H_2O	2·34	1·17	—	0·54	—	—	—	1·48	2·06	2·03
Summe	100·45	99·80	—	99·41	—	—	—	99·88	98·31	99·11
Sp. Gew.	2·927	—	—	—	2·782	—	—	2·657	2·606	2·580

Feldspat-Einsprenglinge aus denselben (ausgenommen Nr. 9b, 10b).

	1b	2b	3b	4b	5b	6b	7b	8b	(9b)	(10b)
SiO_2	(51·84)	Ab_2An_1—Ab_3An_1	57·5	53·05	54·89	55·0	58·9	(zuerst Plagioklas)	56·25	55·92
Al_2O_3	26·89		27·2	28·73	28·97	28·6	27·8		28·56	28·58
Fe_2O_3	1·50		—	0·80	—	—	—		0·77	1·00
MgO	0·63		—	Sp.	—	—	—		1·06	0·55
CaO	10·81		9·2	11·67	10·28	11·4	6·6		6·54	6·65
Na_2O	5·34		6·1	4·55	3·61	4·9	6·1		5·42	5·66
K_2O	1·12		0·5	1·20	1·72	0·4	1·0		0·61	0·66
H_2O	1·88		—	0·30	—	—	—		0·33	0·69
Summe	(100)	—	100·5	100·30	—	100·3	100·4	—	99·54	99·71
Sp. Gew.	2·612	—	2·656	2·701	—	2·679	2·665	—	2·67	2·67

Glasbasis bzw. Grundmasse aus denselben.

	1c Glas	2c Glas	3c Glas	4c Grund-masse	5c Grund-masse	6c Grundmasse glasig	7c	8c Glas	9c Glas	10c Glas
SiO_2	(42·77)	62·12	65·84	59·22	60·44	65·7	66·5	64·54	68·11	68·60
Al_2O_3	26·50	19·44	18·56	21·34	27·87	21·9	19·2	17·36	15·56	17·27
Fe_2O_3	12·58	2·90	1·05	4·13		1·6	1·1	2·33	0·96	2·09
FeO	—	—	—	—		—	—	2·50	2·12	0·58
MgO	2·78	0·34	0·28	2·34	1·16	0·3	0·4	1·56	1·10	0·40
CaO	9·34	1·09	1·82	6·63	5·01	0·6	2·5	3·97	2·91	1·72
Na_2O	3·22	5·06	5·36	3·63	4·23	5·4	5·5	3·58	3·43	3·30
K_2O	1·60	7·42	3·06	2·89	1·83	4·4	4·9	2·54	2·61	4·61
H_2O	1·21	1·28	4·17	0·58	—	0·5	0·9	1·50	2·82	2·08
Summe	(100)	99·65	100·14	100·76	—	100·4	101·0	99·88	99·62	100·65
Sp. Gew.	2·883	2·319	2·339	2·604	—	2·544	2·533	—	—	—

Digitized by Google

	Andesite									Hyperath. Andesit (Peters.)
	(Lag.)	(Teall)	(Siem.)	Vitroandesit (Lagorio)		(Lagorio)		(Siemiradzki)		
	11 a	12 a	13 a	14 a	15 a	16 a	17 a	18 a		19 a
SiO_2	57·76	58·07	60·10	62·30	62·71	64·48	62·54	66·29		61·17
Al_2O_3	18·39	13·22	15·56	17·45	15·26	16·50	23·56	13·70		16·87
Fe_2O_3	7·51	10·10	7·83	5·50	3·58	3·47		8·13		2·10
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—		2·94
MgO	3·34	4·46	1·22	1·21	1·82	1·60	1·15	1·30		3·00
CaO	6·21	7·04	5·97	4·20	4·77	4·42	4·75	4·26		4·86
Na_2O	3·63	2·59	5·11	2·95	3·71	3·13	3·16	4·85		2·67
K_2O	2·61	1·58	1·69	2·90	1·41	3·72	2·43	1·49		1·81
H_2O	0·94	1·50	0·95	2·70	5·87	2·94	1·75	—		3·09
Summe	100·89	98·56	—	99·21	99·13	100·26	99·35	—		98·51
Sp. Gew.	26·64	2·77	—	2·595	2·467	—	2·694	2·647		2·543

Feldspateinsprenglinge aus denselben (ausgenommen Nr. 18 b_2).

	11 b	12 b	13 b	14 b	15 b	16 b	17 b	18 b_1	(18 b_2)	
SiO_2	53·95	(zuerst Plagioklas)	55·64	51·17	52·01	52·45	55·42	55·60	58·01	
Al_2O_3	27·45		32·28	29·71	30·32	28·47	28·01	30·16	28·08	
Fe_2O_3	1·09			1·24	—	0·65	1·09	—	—	
MgO	Sp.		—	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—	—	
CaO	11·48		7·90	13·08	12·68	11·69	9·12	9·09	5·61	
Na_2O	4·51		2·84	3·62	3·44	5·24	5·10	3·60	5·58	
K_2O	0·79		1·34	0·57	0·52	1·28	0·79	1·45	1·72	
H_2O	0·48		—	1·07	0·58	0·04	0·52	—	—	
Summe	99·75	—	—	100·46	98·55	99·82	100·05	—	—	
Sp. Gew.	2·690	—	—	2·700	2·679	2·702	2·689	—	2·661	

Glasbasis bzw. Grundmasse aus denselben.

	11 c Glas	12 c Glas	13 c Glas	14 c Glas	15 c Glas	16 c Glas	17 c Glas	18 c_1 Grundmasse	18 c_2 Glas	19 c Glas
SiO_2	65·05	70·76	68·71	66·98	69·41	68·74	70·19	66·89	67·56	66·25
Al_2O_3	17·60	10·93	15·39	16·55	14·18	15·05	17·19	21·09	14·39	13·59
Fe_2O_3	3·10	3·59	4·17	3·50	2·08	1·91			—	3·11
FeO	—	—	—	—	—	—			5·53	—
MgO	1·05	4·21	0·61	0·62	0·48	0·63	0·53	1·08	2·13	0·28
CaO	3·58	3·29	3·30	2·84	1·91	2·10	2·50	4·06	3·26	2·75
Na_2O	3·54	7·22	5·08	2·19	3·81	3·42	3·30	5·11	4·97	2·25
K_2O	4·16		1·88	3·26	2·21	4·67	3·89	1·73	1·76	4·95
H_2O	1·56	—	0·86	2·99	6·51	3·68	2·31	—	—	5·89
Summe	99·64	100·00	—	98·63	100·59	100·20	99·91	—	—	99·07
Sp. Gew.	2·376	—	—	2·516	2·346	2·442	2·414	2·630	2·600	2·437

Digitized by Google

	Hypersth. and. (Idd.)	Dacite				Liparit	Liparitpechstein	Sphärolithfels
		(Less.)	(Lag.)	(Idd.)	(Lag.)	(Lagorio)		
	20a	21a	22a	23a	24a	25a	26a	27a
SiO_2	62·00*	65·62	68·32	69·36	74·57	72·48	72·98	76·48
Al_2O_3	17·84	17·19	19·61	16·23	12·58	12·68	14·13	12·09
Fe_2O_3	—	0·23		0·88	2·77	2·31		0·95
FeO	4·40	3·19		1·53	—	—		—
MgO	2·64	1·41	1·95	1·34	0·30	0·73	0·17	0·39
CaO	5·37	3·42	4·24	3·17	0·35	2·39	1·43	0·64
Na_2O	4·29	3·75	4·06	4·06	3·98	3·30	3·44	4·89
K_2O	1·47	3·09	1·45	3·02	3·70	4·35	3·45	3·78
H_2O	1·66	0·85	0·54	0·45	1·04	1·31	3·85	0·77
Summe	100·13	98·75	100·17	100·04	99·29	99·55	99·45	99·96
Spez. Gew.	—	—	2·765	—	2·604	2·458	2·408	2·401

Feldspateinsprenglinge aus denselben.

	20b	21b	22b	23b	24b	25b	26b	27b
SiO_2	56·41	(zuerst Plagioklas)	56·53	(65·77*)	66·52	(zuerst Plagioklas)	(zuerst Plagioklas)	62·14
Al_2O_3	27·39		26·59	21·51	19·42			22·30
Fe_2O_3	**0·69		1·05	Sp.	1·04			Sp.
MgO	0·09		—	0·00	0·19			Sp.
CaO	9·87		9·60	5·72	0·56			3·29
Na_2O	5·43		6·11	5·92	9·83			10·58
K_2O	0·36		0·80	0·83	1·11			1·69
H_2O	—		0·02	0·34	0·81			0·20
Summe	100·24	—	100·70	100·09	99·48	—	—	100·20
Spez. Gew.	2·67	—	2·685	—	2·596	—	—	2·647

Glasbasis bzw. Grundmasse aus denselben.

	20c Glas	21c Glas	22c Grundmasse	23c Glas	24c Sphärolith	25c Grundmasse	26c Glas	27c Glas
SiO_2	69·94	71·93	74·76	76·75	76·05	77·53	72·60	74·59
Al_2O_3	15·63	15·59	13·66	12·32	10·24	11·52	13·86	12·88
Fe_2O_3	—	—	2·36	—	3·19	0·80		0·80
FeO	1·89	0·16	—	1·36	—	—	—	—
MgO	0·28	2·26	0·53	0·00	0·38	0·15	0·25	0·30
CaO	2·49	2·42	2·17	1·18	0·23	0·93	0·39	0·76
Na_2O	3·83	3·31	2·96	3·55	3·96	2·94	3·81	3·30
K_2O	2·85	4·85	2·05	3·98	4·10	4·33	4·28	5·35
H_2O	3·25	1·40	0·82	0·54	1·23	1·41	4·55	1·03
Summe	100·16	99·92	99·31	99·68	99·38	99·61	99·74	99·01
Spez. Gew.	2·29	—	2·619	—	2·618	2·407	2·219	2·324

Digitized by Google

	Trachyt (von Mte. Amiata, Toskana)				Trachyt-pechstein	Dacit	Lipa-rit	Lipa-rit	Liparit-perlit	Sphäro-lithfels
	(Williams)			(Lag.)		(Lagorio)		(Teall)	(Lagorio)	
	28a	29a	30a	31a	32a	33a	34a	35a	36a	37a
SiO_2	*65·58	*65·53	*65·32	67·30	71·19	75·07	75·82	76·4	71·39	72·79
TiO_2	0·58	0·46	0·40	—	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	15·79	16·89	15·34	20·75	11·86	12·15	13·67	14·2	15·57	13·77
Fe_2O_3	0·94	1·00	1·22		—	*1·67		1·6		1·69
FeO	2·44	2·38	2·18		3·67	—		—		—
MgO	1·47	1·17	1·51	1·05	0·37	0·14	0·05	—	0·51	0·28
CaO	3·08	3·24	2·99	2·63	0·63	0·86	0·58	0·6	1·29	1·24
Na_2O	2·58	2·71	2·75	2·75	4·76	4·12	1·69	1·8	2·28	3·39
K_2O	5·67	4·59	5·70	4·60	4·93	4·57	6·59	4·2	5·43	4·38
H_2O	1·16	1·98	1·97	0·34	3·39	1·34	1·07	1·5	3·85	2·41
Summe	100·21	100·85	101·03	99·42	100·80	99·92	96·47	100·3	100·42	99·95
Sp. Gew.	2·527	2·540	2·552	2·541	2·402	—	2·451	—	2·394	2·416

	Feldspate aus denselben.								Sphärolithe	
	28 b_1	28 b_2	28 b_3	31b	32b	33b		35b	36d	37d
SiO_2	64·20	(55·68)	55·04	62·21	—	65·49		64·66	74·50	73·72
Al_2O_3	19·18	26·66	28·09	19·29	—	18·74	(zuerst Sanidin)	20·03	15·13	12·91
Fe_2O_3	**0·16			1·08	—	Sp.				1·37
MgO	0·09	—	—	0·05	—	—		—	0·40	0·25
CaO	0·71	10·30	10·65	1·18	—	0·39		1·21	1·40	1·37
Na_2O	3·07	4·70	5·61	2·54	—	3·53		5·44	5·24	4·02
K_2O	13·04	1·43	1·26	12·00	—	9·45		8·61	1·77	4·45
H_2O	0·34	1·23	0·50	1·05	—	1·30		—	1·40	1·36
Summe	100·79	100·00	101·15	99·40	—	98·90	—	99·95	99·84	99·45
Sp. Gew.	2·564	2·650	2·682	2·567	—	2·527	—	—	2·281	2·436

	Glasbasis bzw. Grundmasse aus denselben.									
	29 c_1 Glas	30 c_1 Glas	30 c_2 Glas-kugel	31c Glas	32c Glas	33c (Grund-masse	34c Sphär.-Basis		36c Glas	37c Glas
SiO_2	70·21	70·24	73·57	72·44	71·46	74·96	72·69		72·52	70·69
TiO_2	0·21	0·08	—	—	—	—	—		—	—
Al_2O_3	14·02	14·07	13·80	16·28	14·28	13·67	15·04		13·53	17·74
Fe_2O_3	1·48	1·70	—		—	1·80				2·90
FeO	0·48	0·73	1·54		1·40	—				—
MgO	0·56	0·69	0·26	0·20	0·23	Sp.	Sp.		0·17	Sp.
CaO	1·74	2·34	0·99	0·59	0·39	0·62	0·25		0·89	1·02
Na_2O	2·16	2·32	3·09	2·12	3·42	2·70	1·75		2·08	1·90
K_2O	6·20	5·75	5·74	6·49	1·88	4·14	8·85		5·52	4·24
H_2O	2·98	2·22	1·08	1·35	6·11	1·52	0·94		4·45	3·66
Summe	100·65	100·62	100·07	99·47	99·17	99·41	99·52		99·16	99·25
Sp. Gew.	2·400	2·459	2·346	2·254	2·264	2·614	—		2·232	2·370

Digitized by Google

	Sphärolithfels (Lagorio)				Quarzporphyre (Lasp.)	(Streng.)			
	38a	39a	40a	41a	42a	43a	44a	45a	46a
SiO_2	Sphärolithische Gesteine, die meisten überwiegend aus Sphärolithen bestehend und somit annähernd von derselben Zusammensetzung wie 38d—41d; nach Lagorio (Nr. 40 nach Lemberg)				71·95	72·24	74·11	75·17	75·13
Al_2O_3					—	13·63	13·69	12·72	15·15
Fe_2O_3					—	—	—	—	—
FeO					—	3·05*	1·75	3·25	1·22
MgO					—	0·66	0·05	0·39	0·24
CaO					—	0·95	1·38	0·40	0·53
Na_2O					0·78	2·95	1·54	*	*
K_2O					7·53	5·24	5·67	7·77	6·93
H_2O					—	1·26	0·56	1·35	1·57
Summe		—			—	100·11	99·90	102·03	100·91
Sp. Gew.		—			—	2·583	—	2·57	—

	Sphärolithe aus denselben					Feldspat-Einsprenglinge aus denselben.				
	38d	39d	40d	$41d_1$	$41d_2$	42b	43b	44b	45b	46b
SiO_2	73·21	74·36	75·42	73·42	74·52	—	—	61·80	61·75	66·26
Al_2O_3	12·90	14·46	13·50	14·29	12·97	—	—	19·28	19·62	16·98
Fe_2O_3	2·10	1·62	1·22	1·01	2·02	—	—	2·02*	1·21*	0·31
MgO	0·27	0·44	0·20	0·43	0·25	—	—	0·01	0·45	0·11
CaO	0·88	1·49	1·12	1·00	0·92	—	—	*	(0·88*)	(0·43*)
Na_2O	4·83	6·11	5·06	5·61	4·26	—	—	0·68	*	0·20
K_2O	4·75	1·49	2·20	3·19	4·53	—	—	12·18	12·82	14·42
H_2O	1·04	0·57	1·29	0·84	0·83	—	—	0·25	1·12	1·29
Summe	99·98	100·54	(100·00)	99·79	100·30	—	—	100·10	97·85	100·00
Sp. Gew.	2·112	2·408	—	2·523	2·089	—	—	2·56	—	—

	Glasbasis aus denselben					Grundmasse aus denselben				
	38c	39c	40c	41c		42c	43c	44c	45c	46c
SiO_2	72·35	72·70	73·01	73·05	—	74·0	74·41	74·44	76·80	—
Al_2O_3	13·97	13·79	12·75	14·67	—	—	13·39	13·51	12·04	—
Fe_2O_3	1·29	1·01	1·49	0·89	—	—	—	—	—	—
FeO	—	—	—	—	—	—	3·08	2·25	1·03	—
MgO	0·46	0·65	0·10	0·26	—	—	0·50	0·01	0·17	—
CaO	0·72	2·07	1·04	0·97	—	—	1·38	1·19	0·28	—
Na_2O	3·58	4·93	2·32	3·99	—	0·60	3·27	1·40	*	—
K_2O	5·38	4·33	5·71	5·11	—	7·57	4·18	5·31	8·48	—
H_2O	1·37	1·10	3·58	0·91	—	—	1·04	1·34	0·77	—
Summe	99·12	100·48	(100·00)	99·85	—	—	101·55	99·45	99·57	—
Sp. Gew.	2·133	2·359	—	2·211	—	—	—	2·63	2·61	—

Digitized by Google

	Granite			
	Rapakiwi	Rapakiwi-granitporphyr		
	(Holmquist)		(Haught)	(Doecks)
	47a	48a	49a	50a
SiO_2	72·93	71·25	75·00	66·12
TiO_2	0·50	0·32	—	—
Al_2O_3	13·87	13·90	13·24	13·8
Fe_2O_3	1·94	1·28	2·52	2·03
FeO	0·79*	1·24		2·45
MgO	0·51	0·45	—	5·67
CaO	0·74	0·97	0·69	
Na_2O	3·74	3·29	3·07	4·90
K_2O	3·68	6·28	4·33	4·05
H_2O	1·18	0·83	0·80	—
Summe	100·02	99·81	99·65	99·06

Orthoklase aus Graniten.

	47b	48b	49b	50b	51b	52b	53b$_1$	53b$_2$	54b
SiO_2	(65·3)	(64·2)	66·25	64·26	63·91	66·03*	64·64	64·40	67·95
Al_2O_3	(19·1)	(19·0)	17·35	19·27	17·71	20·21	19·64	18·97	18·60
Fe_2O_3	—	0·99	—	0·50	Sp.	Sp.	0·37	0·37	Sp.
MgO	—	—	0·05	0·77	—	0·20	Sp.	Sp.	0·09
CaO	0·52	0·74	1·25	0·70	0·33	Sp.	0·67	0·59	0·47
Na_2O	3·30	3·08	3·05	2·88	3·10	3·52	3·06	3·60	3·16
K_2O	11·05	11·73	11·22	10·58	13·22	9·02	10·00	11·40	9·60
H_2O	—	—	0·30	0·40	0·68	0·58	0·22	0·19	—
Summe	100·00	(99·7)	99·47	99·36	98·95	99·88	98·60	99·52	99·87
Sp. Gew.	—	—	—	2·551	—	2·55	2·60	2·55	—

Plagioklase aus Graniten.

	47e	48e	49e	50e	51e	52e
SiO_2	—	—	68·97	58·92	65·23	63·22
Al_2O_3	—	—	19·23	25·05	19·18	22·95
Fe_2O_3	—	—	—	Sp.	Sp.	—
MgO	—	—	0·24	0·41	Sp.	0·27
CaO	—	—	1·21	4·64	1·81	2·50
Na_2O	—	—	8·71	7·20	7·94	8·12
K_2O	—	—	1·56	2·06	2·16	1·93
H_2O	—	—	—	1·27	2·10	1·36
Summe	—	—	99·92	99·55	98·42	100·35
Sp. Gew.	—	—	—	2·683	—	2·62

Digitized by Google

Krystallisationsfolge: Orthoklas früher als Plagioklas.

	Rapakiwi, Finnland		Schwedische Granite		Felsitporphyr	Quarzporphyr		Liparit	Paisanit
	(Struve)		(Santesson)	(Högb.)	(Holmquist)	(Holmquist)	(Idd.)	(Osann)	
	55	56	57	58	59	60	61	62	63
SiO_3	75·06	77·71	69·21	70·70	72·78	72·22	75·90	71·10	73·35
TiO_3	0·36	0·48	—	0·03	0·50	0·57	0·38	0·57	—
Al_2O_3	11·70	10·13	14·72	13·13	12·79	14·80	12·07	11·39	14·38
Fe_2O_3	1·04	1·41	2·33	2·73	2·57	0·96	1·01	5·33	1·96
FeO	1·57	2·15	2·15	0·69	1·73	0·80	1·45		0·34
MnO	Sp.	Sp.	0·78	0·13	0·18	0·13	—	—	—
MgO	0·19	0·21	0·55	0·49	0·27	0·33	0·22	1·54	0·09
CaO	1·01	1·13	2·52	1·15	0·64	0·74	0·65	0·08	0·26
Na_2O	2·56	1·85	2·69	4·94	3·17	4·16	3·08	3·95	4·33
K_2O	6·25	4·50	4·77	4·41	5·16	5·16	5·32	6·37	5·66
H_2O	0·63	0·43	0·80	1·49	0·55	0·71	0·47*	0·44*	—
Summe	100·37	100·00	100·52	99·89	100·34	100·58	100·70	100·82	100·37

Digitized by Google

Krystallisationsfolge: Plagioklas früher als Orthoklas.

	Granitporphyr	Granophyr	Natron-Liparite			Hypersthen-Amph. Dacit		Gauteït
	(Weber)	(Bäckström, Island)				(Dannenberg)		(Hibsch)
	64	65	66	67	68	69	70	71
SiO_2	71·25	72·15	73·81	71·14	66·55	65·75	67·80	54·15
TiO_2	0·32	0·45	0·97	0·48	0·66	—	—	Sp.
Al_2O_3	13·67	13·50	13·72	12·98	16·35	18·38	16·92	18·25
Fe_2O_3	1·67	3·12	1·59	3·35	4·00	2·00	1·05	3·62
FeO	0·43	—	—	—	—	1·30	1·94	2·09
MnO	—	—	—	—	—	0·20	0·35	—
MgO	1·01	0·16	0·23	0·34	0·38	1·52	1·31	2·56
CaO	2·41	0·93	0·61	1·10	1·34	3·70	3·25	4·89
Na_2O	4·22	4·20	5·29	4·97	5·40	4·04	4·36	4·43
K_2O	4·13	4·54	4·09	3·84	4·97	4·11	3·35	6·56
P_2O_5	—	—	—	—	—	—	—	0·41
H_2O	1·04	0·85	—	0·82	0·40	1·20	0·33	3·69
Summe	100·25	99·90	100·31	99·02	100·05	102·20	100·66	100·65

Digitized by Google

Nr. 1. Mesobasalt vom Rowno, Wolynien. Lagorio*; Enthält ein wenig metallisches Eisen. +1·96% TiO_2, 0·21% P_2O_5; mit Olivin und Augit (letzterer analysiert).

Basische Obsidiane. Nr. 2. Brauner Obsidian vom Vesuv: Lavaschlacke vom Oktober 1822; Lagorio. Enthält ein wenig Leucit, ferner Augit; Sanidin nicht vorhanden. — Nr. 3. „Glimmer-Obsidian" von Kamburtet, Plomb du Cantal; Fouqué.

Andesite; Nr. 4, 11, 14—17 nach Lagorio; Nr. 5, 13, 18 nach Siemiradzki; Nr. 6, 7 nach Fouqué; Nr. 8, 9, 10 nach Ham. Emmons; Nr. 12 nach Teall; Nr. 19 nach J. Petersen; Nr. 20 nach Hague and Iddings.

Nr. 4. Hypersthenführender Augit-Andesit von Irazu bei Carthago, Costarica. — Nr. 5. von Terremoto, Ecuador. — Nr. 6. Augit-Andesit von Sévérac, Cantal. — Nr. 7. Hornblende-Andesit von Lioran. — Nr. 8, 9, 10 von Capraja in der Nähe von Elba; Nr. 8 von Monte Scopa, Nr. 9 von Punta della Monza, Nr. 10 von Monte Patello, Nr. 10a, + 0·21% TiO_2. Bei der Behandlung mit Thoulets Lösung bei spez. Gew. 2·6—2·75 wurden Feldspate isoliert; die zwei Analysen Nr. 9b und 10b beziehen sich auf Feldspat vom spez. Gew. 2·67; es sind also hier nicht die am ersten ausgeschiedenen Feldspate analysiert. — Nr. 11 Hypersthen- und Augit-führender Vitroandesit, Merapi, Java, Dezember 1876. — Nr. 12. Augit-Andesit von Armathwaite Dyke, Cumberland. — Nr. 13 von Alausi, Ecuador, mit Augit und Hornblende (beide analysiert); die Feldspatanalyse mit zu wenig CaO oder Na_2O. — Nr. 14 Vitroandesit von Bohunitz, Ungarn. — Nr. 15 Hornblende- und Glimmer-führender Vitrophyrit von Rasta, Recoaro. — Nr. 16 Andesit (Trachyttypus) von Notre Dame de Guadeloupe, mit Augit. — Nr. 17. Andesit (Trachyttypus) vom Hliniker Tal, Ungarn, mit Glimmer, Hornblende und Augit. — Nr. 18 von Terremoto, Ecuador; Nr. 18 b_1 ist der porphyrisch ausgeschiedene Plagioklas; Nr. 18 b_2 ist der später gebildete Plagioklas der Grundmasse; Nr. 18 c_1 ist die Grundmasse; Nr. 18 c_2 Glas (der Grundmasse). — Nr. 19 Hypersthen-Andesit von Carhope, Cheviot District. — Nr. 20 Hypersthen-Andesit von dem Californiagebiet. * + 0·17% TiO_2, 0·29% P_2O_5. ** bedeutet FeO. Es sind zwei Plagioklase, beinahe von derselben Zusammensetzung analysiert; auch ist der Hypersthen analysiert.

Dacite. Nr. 21 Hyaloplasmatischer Dacit von Chrety, Kaukasus, nach F. Loewinson-Lessing; Nr. 21c „Glas aus demselben". — Nr. 22 Dacit (Quarzandesit) von Mojando, Quito, mit porphyrischen Plagioklas- und Quarzkrystallen, mit Hornblende; Lagorio. — Nr. 23 Dacit von Lassen's Peak, California District, mit Glimmer, Hornblende und Augit; ohne Sanidin. Der Plagioklas ist Andesin-Oligoklas; wegen Verunreinigung mit Glaseinschlüssen ist die SiO_2-Menge des analysierten Plagioklases (Nr. 23a) zu hoch ausgefallen; Hague and Iddings. — Nr. 24 Mesodacit von Kamary, Krim; mit porphyrischen Quarz- und Plagioklaskrystallen; etwas Glimmer; sphärolithische Grundmasse; Lagorio.

Nr. 25. Liparit von Apate, Schemnitz; mit porphyrischen Quarz- und Plagioklaskrystallen; mit Glimmer; sphärolithische Grundmasse; Lagorio. — Nr. 26 Liparitpechstein vom Hliniker Tal, Schemnitz; mit porphyrischen Quarz- und Plagioklaskrystallen; ein wenig Glimmer; Lagorio. — Nr. 27 Sphärolithfels von El Tablon de Italgache, Ecuador; Nr. 27a sind die Sphärolithe, welche den ganz überwiegenden Teil des Gesteins ausmachen; die Analyse Nr. 27a entspricht somit ziemlich genau der Zusammensetzung des ganzen Gesteins; Lagorio.

Digitized by Google

Trachyte Nr. 28—31. Nr. 28—30 von Monte Amiata, Toskana; F. J. Williams: eine Reihe Analysen des Gesteins geben beinahe dasselbe Resultat. Die Trachyte führen große Sanidinkrystalle (Nr. 28 b_1) und zwischen diesen kleinere, später gebildete Plagioklaskrystalle (Nr. 28 b_2, b_3). Nr. 29 c ist die glasige Grundmasse vom Gestein 29 a; Nr. 30 c_1, 30 c_2 sind Analysen der glasigen Grundmasse, bzw. von Glaskugeln im Gestein von der Zusammensetzung wie Nr. 30 a. *In den Analysen der Gesteine, bzw. des Glases ist ein wenig P_2O_5, Li_2O, MnO, X, SO_3 und Cl bestimmt worden. **ist 0·10 Fe_2O_3 + 0·06 FeO. — Nr. 31 Trachyt ebenfalls von Monte Amiata, Toskana; Lagorio; mit porphyrischen Krystallen von Sanidin (Nr. 31 b) wie auch von Plagioklas, Labrador, ca. Ab_2 An_3 (nicht analysiert); es scheint, daß die Krystallisation des Plagioklases in dieser Gesteinsprobe früher als diejenige des Sanidins begann; die Abnahme von CaO und Na_2O in dem Glase zeigt eine ganz reichliche Plagioklas-Ausscheidung an.

Nr. 32 Vitrophyr (Trachytpechstein) von Monte Sieve, Euganeen; schwarz; ohne Quarzeinsprenglinge; die relativ kleine K_2O-Menge in dem Glase zeigt eine reichliche Sanidin-Krystallisation an; zitiert nach Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1901, pag. 266. — Nr. 33 Dacit (Nevadit) vom Summit Co., Colorado; Lagorio; mit porphyrischen Krystallen von Quarz und zwei Feldspaten, einem monoklinen (analysiert, Nr. 33 b) und einem Plagioklas; der Plagioklas wird von Lagorio älter als der Sanidin angegeben; mit ein wenig Glimmer und Hornblende; die Grundmasse ohne Glas. — Nr. 34. Liparit von Schemnitz; Ausscheidungsfolge nach Lagorio: Glimmer (wenig); Quarz, Sanidin, Sphärolithe, von denen die Basis besteht. — Nr. 35 Liparit von Tardree, Irland; zitiert nach Teall, Brit. Petrography, 1888, pag. 348.

Nr. 36—41 saure, sphärolithische Gesteine, nach Lagorio (Nr. 40 nach Lemberg, Z. d. deutsch. geol. Ges., 35, 1883); die Analysen beziehen sich auf die Sphärolithe. Nr. 36 Sphärolithführender Liparitperlit von Hlinik bei Schemnitz; — Nr. 37 Sphärolithfels von Hlinik. — Nr. 38 Sphärolithführender Obsidian von Lipari. — Nr. 39 Sphärolithführender Obsidian von Cerro del Quinche, Quinto. — Nr. 40 Sphärolithfels von Hlinik bei Schemnitz, nach Lemberg. — Nr. 41 Sphärolithführender Obsidian von Teneriffa; Nr. 41 a_1 sphärolithischer Kern; Nr. 40 a_2 sphärolithische Rinde.

Quarzporphyre, Nr. 42—46. — Nr. 42 von Hirskallio auf Hochland; zitiert nach Zirkel, Lehrb. d. Petrogr. 1894, II, pag. 177. — Nr. 43 von Halle an der Saale; Laspeyres. *Im Gestein 0·13 und in der Grundmasse 0·30% MnO. — Nr. 44—46 vom Harze; A. Streng; die Orthoklas-Analyse 46 b nach Rammelsberg. *In 44 a 0·93 und in 44 b 1·69% CO_2. In 44 b wird 2·19% CaO angegeben; dies dürfte hauptsächlich von sekundärem $CaCO_3$ herrühren. In 45 a, 46 a und 45 c wird 0·00% Na_2O angegeben; dies kann nicht richtig sein. In 45 b und 46 b wird bzw. 0·88 und 0·43% CaO angegeben; dies dürfte hauptsächlich von sekundärem $CaCO_3$ herrühren. Das Eisen in 44 b und 45 b ist als FeO berechnet.

Granite, Nr. 47—54; die Analysen b beziehen sich auf Orthoklas bzw. Mikroklin (die perthitischen Einlagerungen einbegriffen) und die Analysen e auf Plagioklas aus denselben. Nr. 47 a Rapakiwigranit, Nr. 48 a Rapakiwigranitporphyr von Rödö, Schweden, Holmquist; cfr. die unten folgenden älteren Analysen Nr. 55—56

Digitized by Google

von dem finnländischen Rapakiwi-Granit, von H. Struve. *In 47a 0·14% MnO; in 48a Spur MnO. — Nr. 49 von Mourne Mountain, Irland; Dr. Haughton; zitiert nach Teall, Brit. Petrogr. 1888, pag. 330. — Nr. 50 von den Elsässer Belchen, Süd-Vogesen; Deecke; Nr. 50b und 50e alte Analysen von Delesse.— Die Analysen der aus Graniten isolierten Feldspate Nr. 51—55 entnehme ich verschiedenen Referaten in den späteren Jahrgängen von Z. f. Kryst. Min. — Nr. 51, L. Gorazdowski (Warschau). Granit des Tatragebirges, Ref. in Z. f. Kryst. Min. XXXIII, 1900, pag. 658; 51b Porphyrischer Orthoklas aus Granit von Jauratz; 51e Albit aus der Grundmasse desselben Granits. — Nr. 52, A. Wollemann (Würzburg), Grobkörniger Granit vom Forstgärtner in der Nähe von Badenweiler; Ref. in Z. f. Kryst. Min., XIII, 1888, pag. 625; Nr. 52b Orthoklas* mit 0·32% BaO; Nr. 52e Oligoklas. — Nr. 53 b_1 und b_2, T. L. Watson, Die Granite von Georgien usw.; Amer. Geol., 1901, XXVII, Ref. in Z. f. Kryst. Min., XXXVII, 1902, pag. 79, zwei Analysen von Feldspat aus porphyrischem Granit. — Nr. 54b J. V. Želizko (Wien), Feldspat aus Turmalingranitgängen bei Nuzin, Südböhmen, Ref. in Z. f. Kryst. Min., 1901, XXXVI, pag. 418.

Eruptivgesteine mit Krystallisationsfolge: Orthoklas früher als Plagioklas; Nr. 55—63.

Nr. 55—58. Granite mit Mänteln von Plagioklas um die Orthoklas-Krystalle. Nr. 55—56 Rapakiwi-Granit von Pyterlaks, Viborg in Finnland, nach H. Struve, cfr. Nr. 47a—48a. — Nr. 57. Örebro-Granit (auch Filipstad-Granit genannt) von Skjärjen in Grythytte, in der Nähe von Filipstad. Schwed. geol. Untersuch., Kartblatt Nr. 56, Nora, 1875; Analyse von H. Santesson. — Nr. 58. Ragunda-Granit; A. G. Högbom, Om Ragundadalens Geologie. Schwed. geol. Unters. Ser. C, 182, 1899. — Nr. 59—60 nach Holmquist, cfr. Nr. 47a—48a, von Rödö; Nr. 59, Felsitporphyr, mit Einsprenglingen von Orthoklas und Quarz; Nr. 60 lichter Quarzporphyr mit Einsprenglingen von Orthoklas. — Nr. 61 nach J. P. Iddings, Quarz-Feldspar-Porphyry from Llano, Texas, Journ. of Geol., XII, 1904; mit Einsprenglingen von Quarz (10·7%) und von Mikroklin (26·5%). *Mit 0·15% P_2O_5; ein wenig Fl; Null CO_2. — Nr. 62—63 nach A. Osann, Petrographie der Apache Mts., Westtexas; d. Z., XV, Nr. 62, Liparit, *+0·05% P_2O_5. Nr. 63, Paisanit mit Einsprenglingen von Sanidin; besonders in den randlichen Partien des Kalifeldspates „mikroperthitische (zum Teil wohl auch kryptoperthitische) Verwachsungen mit einem sauren Plagioklas".

Eruptivgesteine mit Krystallisationsfolge: Plagioklas früher als Orthoklas; Nr. 64—71.

Nr. 64. Granitporphyr von kleiner Mutsch; F. Weber, Über den Kali-Syenit des Piz Giuf, Aar; Bern 1904; Einsprenglinge von Quarz und Plagioklas; Orthoklas später. — Nr. 65—68 nach H. Bäckström, Beiträge zur Kenntnis der isländischen Liparite, Geol. Fören. Förh., XIII, 1891, Nr. 65, Granophyr, Nr. 66—68, Natron-Liparite; für alle Gesteine wird angegeben, daß der Plagioklas älter als der Orthoklas ist; beispielsweise: „Jedes Plagioklaskorn ist von einem schmalen Mantel von Orthoklas umgeben." — Nr. 69—70 Hypersthen-Amphiboldacit des Elbrus der Kaukasusländer; A. Dannenberg, d. Z., XIX; mit Einsprenglingen von Plagioklas, Ab_1An_1—Ab_3An_4. — Nr. 71 Gauteït, von Gaute, Böhmen; J. E. Hibsch, d. Z., XVII, pag. 87; mit Einsprenglingen von Plagioklas (Andesin) und mit Sanidin in der Grundmasse.

Digitized by Google

Die obigen Gesteinsanalysen beziehen sich auf Eruptivgesteine, die zwischen ca. 50 und ca. 90, meist ungefähr 60—65% Feldspat führen, oder, wenn sie zum Teil glasig erstarrt sind, eine entsprechende Menge Material von der Feldspat-Konstitution enthalten; der Rest ist namentlich Quarz und verschiedene Mg, Fe- oder Mg, Fe-Ca-Silikate (Glimmer, Pyroxene, Amphibole), ferner Magnetit usw.

Die Menge von $KAlSi_3O_8$ (Or), $NaAlSi_3O_8$ (Ab) und $CaAl_2Si_2O_8$ (An) in den Gesteinen läßt sich aus den durch die Gesteinsanalyse gefundenen Gehalten von K_2O, Na_2O und CaO berechnen, indem man einen Abzug von derjenigen K_2O-, Na_2O- und CaO-Menge macht, die in die Mg, Fe- oder Mg, Fe-Ca-Silikate (für CaO auch in Apatit) hineingeht. Eine solche Berechnung ist in betreff mehrerer der vorliegenden Gesteine (z. B. bei Nr. 47—48, 59—60, 61, 64, 65—68 von den betreffenden Petrographen (Holmquist, Iddings, Weber, Bäckström) ausgeführt worden. Für die anderen Gesteine habe ich selber eine Berechnung vorgenommen, indem ich, unter Berücksichtigung der in den Beschreibungen gelieferten Angaben der Mineralart (Glimmer, Augit, Hypersthen, Hornblende) und der Menge derselben und ferner unter Berücksichtigung der in den Gesteinsanalysen aufgeführten Gehalte von Fe_2O_3+FeO und MgO, für jede einzelne Gesteinsanalyse einen Abzug von CaO, Na_2O und K_2O gemacht habe. Wo nur ganz wenig Mg, Fe- oder Mg, Fe-Ca-Silikat in den Gesteinen vorhanden ist, wird der Abzug von CaO, Na_2O und K_2O ganz klein, gelegentlich gar beinahe Null, und die berechnete Menge von Or, Ab und An wird — vorausgesetzt, daß die Analysen korrekt sind — ziemlich genau. Bei einer größeren Beimischung von Mg, Fe- oder Mg, Fe-Ca-Silikat (wie auch von Apatit, Flußspat usw.) wird selbstverständlich die Berechnung mehr fraglich. [1])

Ferner habe ich aus den in den Analysen der Feldspate aufgeführten Gehalten von K_2O, Na_2O und CaO die Menge von Or, Ab und An in den Feldspaten berechnet. Diese Berechnung sollte, falls die Analysen ganz korrekt wären und das betreffende Analysen-Material ganz rein wäre, genau 100% liefern; bei Abweichungen habe ich auch die Angaben von SiO_2, Al_2O_3 und sp. Gew. berücksichtigt, um ein Resultat so genau als möglich zu erhalten.

[1]) In Silikatschmelzlös. II, pag. 180—182 habe ich eine entsprechende Berechnung der Analysen Lagorios ausgeführt; diese habe ich jetzt korrigiert und komme annähernd zu denselben Zahlenwerten.

Digitized by Google

		Or:Ab:An-Verhältnis in dem Gestein				Or:Ab:An-Verhältnis in dem zuerst ausgeschiedenen Feldspat (Plagioklas)			
		% Or	% Ab	% An		% Or	% Ab	% An	
Mesobasalt	Nr. 1	?	?	?		6	42	52	
Basische Obsidiane	Nr. 2	35	55	10?		(Plagioklas)			
	„ 3					3	52	45	
Andesite	Nr. 4	19·5	43·5	37		7	35	58	
	„ 5	15	49	36		10?	34	56	
	„ 6	—	—	—		3	41	56	
	„ 7	—	—	—		6	57	37	
	„ 8	25	42	33		(Plagioklas)			
	„ 9	14	68	18		4·5	55·5	40	Nicht die ersten Plagioklase, s. pag. 499.
	„ 10	20	50	30		4·5	56	39·5	
	„ 11	21	42	37		5	38	57	
	„ 12	15	35	50		(Plagioklas)			
	„ 13	12·5	55·5	32		9	40	51?	
	„ 14	28	41	31		3·5	30	66·5	
	„ 15	13·5	50·5	36		3·5	31	65·5	
	„ 16	32·5	39	28·5		7	40	53	
	„ 17	22	42	36		5	46	49	
	„ 18	12	60	28	$18b_1$	9?	40	51	
	„ 19	19	40·5	40·5		(Plagioklas)			
	„ 20	12·5	52	35·5		2	47·5	50·5	
Dacite	Nr. 21	28	49	23		(Plagioklas)			
	„ 22	13·5	56·5	30		4·5	50	45·5	
	„ 23	27	52	21		5	60·5	34·5	
	„ 24	37·5	59·5	3		6	91	3	
	„ 69	32	46	22		(zuerst Plagioklas)			
	„ 70	27	52	21					
(Natron-) Liparite	Nr. 25	39·5	43·5	17					
	„ 26	36	53	11		(zuerst Plagioklas)			
	„ 66	34	62	4					
	„ 67	32	60	8					
	„ 68	36	56	8					
Sphärolithfels	Nr. 27	33·5	62	4·5		9	77	14	
Gauteït	Nr. 71	41	40	19		(zuerst Plagioklas)			
Granophyr	Nr. 65	40	53	7					
Granitporphyr	Nr. 64	32·5	50	17·5					

Digitized by Google

Or:Ab:An-Verhältnis

		in dem Gestein				in dem Feldspat			
		% Or	% Ab	% An		% Or	% Ab	% An	
Trachyte	Nr. 28	47	31	22	$28\,b_1$	71·5	25	3·5	sind später ausgeschiedene Plagioklase
	„ 29	42	34	24	$28\,b_2$	8	40	51	
	„ 30	46	33	21	$28\,b_3$	7	44	49	
	„ 31	42	38	20		72	22	6	(zuerst sind Plagioklase ausgeschieden?)
Dacit	Nr. 33	41	52·5	6·5		67	31	2	
Liparit	Nr. 34	69·5	25·5	5		(Sanidin)			
	„ 35	57	35	8		50	44·5	5·5	(Sanidin)
	„ 62	50	49·5	0·5		(zuerst Sanidin)			
Paisanit	Nr. 63	43	55	2					
Quarzporphyre (Nr. 59 Felsitporphyr)	Nr. 43	52	40	8		(Orthoklas)			
	„ 44	63	22	15		90	6	4?	
	„ 45	86	10?	4		95	?	3?	
	„ 46	85	10?	5		95	2	3?	
	„ 60	43·5	51·5	5					
	„ 61	50·5	47·5	2		(zuerst Orthoklas)			
	„ 59	50	45	5					
Granite	Nr. 47	38	55·5	6·5		68	29	3	
	„ 48	52·5	41	6·5		70	26	4	
	„ 49	47	47	6	$49\,b$	68	26	6?	(Orthoklas)
					$49\,e$	10·5	82·5	7	(Albit)
	„ 50	?	?	?	$50\,b$	70	26	4	(Orthoklas)
					$50\,e$	12·5	63·5	24	(Oligoklas)
	„ 55	57	35	8					
	„ 56	55	33	12					
	„ 57	43·5	36	20·5		(zuerst Orthoklas; später Plagioklas als Mantel um Plagioklas)			
	„ 58	36	57·5	6·5					

Digitized by Google

In den beistehenden Tabellen (pag. 503—504) habe ich die in dieser Weise erhaltenen Or : Ab : An : Verhältnisse, auf 100% berechnet, in den Gesteinen wie auch in den ausgeschiedenen Feldspaten zusammengestellt.

Wo ich das berechnete Verhältnis aus irgend einem Grunde als etwas fraglich betrachte, habe ich die Angaben petit drucken lassen; und wo das berechnete Verhältnis noch mehr fraglich ist, füge ich daneben ein Fragezeichen bei.

Einleitung.

Wir besprechen hier nur Feldspate, die aus Or ($KAlSi_3O_8$), Ab ($NaAlSi_3O_8$) und An ($CaAl_2Si_2O_8$) bestehen, und nehmen nicht auf die Ba-Komponente Rücksicht.

Die Feldspate der Eruptivgesteine bilden sich in Magmen, die — neben Beimischung von Fremdkörpern — aus Or, Ab und An in sehr wechselnden Mischungsverhältnissen bestehen. In Magmen, aus denen Orthoklas [1]) krystallisiert, ist immer etwas Ab und An, letzterer freilich gern in ganz geringer Menge, vorhanden; und der erhaltene Orthoklas führt durchgängig nicht nur etwas Ab, sondern auch jedenfalls eine Spur An. In entsprechender Weise enthalten die Plagioklase der Eruptivgesteine, selbst die meist basischen Plagioklase, z. B. der Labradorfelse, etwas Or, freilich häufig nur spurenweise. Diese Or-Menge in den Plagioklasen hat unzweifelhaft einen Einfluß auf die optischen Eigenschaften derselben und sollte immer berücksichtigt werden.

Wie wir unten besprechen werden, gehört die binäre Mischkrystallkombination Ab : An zu Typus I, die binären Kombinationen Or : Ab und Or : An dagegen zu Typus V (mit eutektischem Punkt).

— Im ternären System a : b : c, wo a : b Typus I, a : c und b : c dagegen Typus V angehören, sind, wie es von Schreinemakers erörtert wird, mehrere Fälle möglich. Unter diesen Fällen ist der durch Fig. 12 dargestellte Fall auf die Kombination Or : An : Ab anwendbar [2]);

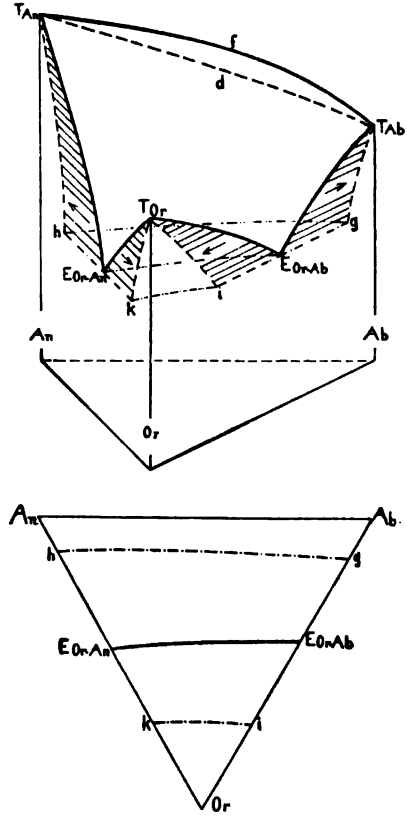
[1]) Wo ein Mißverständnis nicht möglich ist, fasse ich hier und unten mit Orthoklas auch Mikroklin und Sanidin ein.

[2]) Ich benutze hier dieselbe graphische Darstellungsmethode wie in Fig. 3. — Die Flächen T_{An}—f—T_{Ab}—E_{Or-Ab}—E_{Or-An}, bzw. T_{Or}—E_{Or-Ab}—E_{Or-An} sind die Erstarrungsflächen und die Flächen T_{An}—d—T_{Ab}—g—h, bzw. T_{Or}—i—k die Flächen des sich zuerst ausscheidenden Mischkrystalls. — Die Kurve E_{Or-Ab}—E_{Or-An} repräsentiert die „eutektische Kurve" (oder, wenn Übersättigung außer Betracht gesetzt wird, die Individualisationsgrenze) zwischen Orthoklas und Plagioklas.

Digitized by Google

ich schließe dies daraus, daß die Zusammensetzung der Plagioklase (Ab + An mit etwas Or) kontinuierlich verläuft (s. die Kurve g—h), und daß eine eutektische Grenze (E_{Or-Ab}—E_{Or-An}) ohne kritische Punkte, zwischen dem Orthoklas einerseits und den Plagioklasen andrerseits, vorliegt.

Fig. 12.



Die Or : Ab-Zusammensetzung der Punkte i, E_{Or-Ab} und g werden wir unten einigermaßen genau bestimmen; die Or : An-Zusammensetzung der Punkte h, E_{Or-An} und k ist dagegen ziemlich fraglich.

— In den Eruptivgesteinen findet die Erstarrung der Feldspate in Magmen statt, die neben Or, Ab und An auch mehr oder weniger von anderen Komponenten führen; hierdurch werden die Erstarrungsvorgänge verwickelter. In der Tat handelt es sich in der Regel um

Digitized by Google

Krystallisation nicht aus nur ternären, sondern aus quartären oder noch mehr zusammengesetzten Lösungen.

Wir werden hier — als Grundlage für die Erörterung der Kombination Or : Ab nebst einer dritten von diesen unabhängigen Komponente (wie Quarz, Mg_2SiO_4 usw.) — die Kombination a : b : c besprechen, wo b : c Typus V angehört, während a von diesem unabhängig ist.

Es sind hier zwei Fälle möglich, nämlich die von Schreinemakers in Zeitschr. f. phys. Chemie, LI, 1905, pag. 569—572 als d und e bezeichneten Typen oder Fälle; s. Fig. 13 und 14. Hier bezeichnet g, bzw. i den maximalen Gehalt von c, bzw. von b in den b-, bzw. den c-Mischkrystallen; und in der Horizontalprojektion geben die Pfeile die Steigerung der Temperatur an.

Typus d. Der Schnittpunkt e der drei Erstarrungsflächen fällt innerhalb des Dreieckes a — b — g. Es findet eine Steigerung der Temperatur in der Richtung von E_{a-b} bis e statt (Fig. 13).

Typus e. Der Schnittpunkt der drei Erstarrungsflächen fällt innerhalb des Dreieckes a — g — i. Es findet eine Steigerung der Temperatur in der umgekehrten (!) Richtung, von e bis E_{a-b} statt (Fig. 14).

— Wie wir unten besprechen werden, gehört z. B. die Kombination Quarz : Or : Ab diesem Typus an; deswegen habe ich in Fig. 14 Qu, Ab und Or in Parenthese nach a, b, c gesetzt.

Bei diesem Typus (Fig. 14) liegt e bei einer niedrigeren Temperatur als die drei binären Eutektika; als Schlußprodukt der Erstarrung erhalten wir somit eine ternäre eutektische Mischung, von a und den zwei Mischkrystallen.

Bei Typus d (Fig. 13) dagegen resultiert als Schlußprodukt der Erstarrung ein binäres Eutektikum, a : b. — Denken wir uns eine Mischung mit überwiegend c, etwas b, aber relativ wenig a, erhalten wir die folgenden Krystallisationsserien: 1. c-Mischkrystalle, bei vorwärts schreitender Krystallisation mit einer zunehmenden b-Menge; 2. längs der Linie E_{b-c} bis e eine binäre eutektische Mischung von b- und c-Mischkrystallen; 3. bei e eine ternäre eutektische Mischung von a und b-, c-Mischkrystallen; 4. längs der Linie e bis E_{a-b} eine gleichzeitige Krystallisation von a, b, c, aber mit immer abnehmender c-Menge; 5. bei E_{a-b} das binäre Eutektikum a : b, ohne c. — Die Krystallisation von c ist also abgeschlossen vor der Erstarrung der Restflüssigkeit.

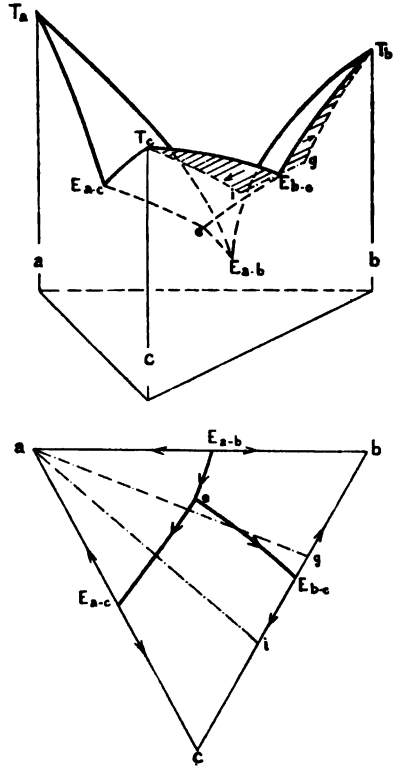
Digitized by Google

Anorthit : Albit.

Zufolge den Untersuchungen von Arthur L. Day and E. T. Allen[1]) betragen die Schmelzpunkte

von Anorthit 1532°
von Albit etwa 1200° (ca. 1230°)

Fig. 13.

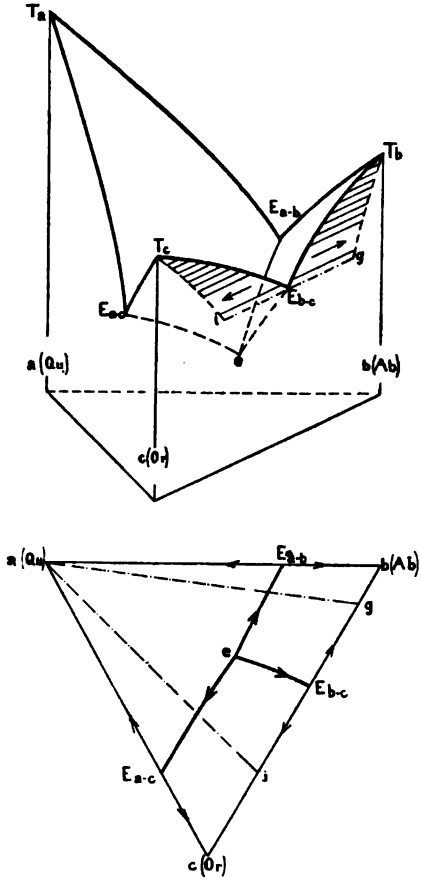


Wegen der außerordentlich hohen Viskosität der Albitschmelze konnte der physikalische Schmelzpunkt des Albits nicht exakt bestimmt werden; auf ihrer graphischen Darstellung geben Day and Allen ungefähr 1230° an. Der Schmelzpunkt-Unterschied zwischen Anorthit nnd Albit ist, zufolge den mit der größtmöglichen Sorgfalt

[1]) The Isomorphism and Thermal Properties of the Feldspars. Amer. Journ. of Sc. XIX, Febr. 1905 und den Publikationen von The Carnegie Institution of Washington, 1905. Die letztere Arbeit enthält eine Introduktion von G. F. Becker, I. Thermal Study von Day and Allen, II. Optical Study von J. P. Iddings.

Digitized by Google

Fig. 14.



ausgeführten Untersuchungen von Day and Allen, erheblich größer als zufolge den früheren, weniger genauen Bestimmungen von Doelter.[1])

[1]) In seinen ersten Arbeiten über die Schmelzpunkte der Mineralien (d. Z., XX und XXI) gibt Doelter einen Schmelzpunkt-Unterschied zwischen Anorthit und Albit von nur ca. 25° an, später (d. Z. XXII) von 40–45° und noch später (Silikatschmelzen, I) von 100—130°. Nach Brun sollte der Unterschied ca. 300° betragen; zu demselben Wert kamen auch Day and Allen durch ihre Präzisionsuntersuchungen. — Der hohe von Day and Allen gefundene Schmelzpunkt des Anorthits war mir ganz auffallend. Doelter fand 1124° (d. Z. XX); 1132° (d. Z. XXI); 1165—1205° (d. Z. XXII); 1230—1280° (Silikatschmelzen, I). Selber habe ich, aus Kaolin + Carraramarmor, in einem Tiegel mit Einwägen ca. 20 *kg*, beim Schmelzen in einem Tiegelstahlofen eine völlig geschmolzene, und zwar einigermaßen dünnflüs-

Digitized by Google

Anorthit und Albit bilden eine kontinuierliche Mischungsreihe; es handelt sich somit nur um eine der drei Typen I, II und III. Zur Entscheidung des Typus haben wir die folgenden Beobachtungen.

1. Die zonal aufgebauten Plagioklase der Eruptivgesteine zeigen bekanntlich in überaus den meisten Fällen [1]) eine An-Anreicherung im Kern und eine in den äußeren Schalen immer zunehmende Ab-Menge [2]); und wo zwei Plagioklas-Generationen vorliegen, werden die zuerst ausgeschiedenen Plagioklase durch eine höhere An- und niedrigere Ab-Menge gekennzeichnet als die späteren Plagioklase. Hieraus folgt, wie ich in Silikatschmelzlös. II, pag. 180—188 erörtert habe, daß hier Typus I vorliegen muß. [3])

2. Auch Day and Allen gelangen in ihren kürzlich erschienenen — und mit der größtmöglichen Sorgfalt ausgeführten — Untersuchungen zu dem Schlusse, daß An:Ab Mischkrystall-Typus I angehört. Diesen Schluß basieren sie darauf, daß sie für die „Schmelzpunkte" von An, $Ab_1 An_5$, $Ab_1 An_2$, $Ab_1 An_1$, $Ab_2 An_1$, $Ab_3 An_1$ (und Ab) kontinuierlich abnehmende Werte, ohne Maximum oder Minimum, fanden, nämlich bzw. 1532, 1500, 1463, 1419, 1367, 1340 (und ca. 1230°); die Werte sind an Fig. 15 eingetragen.

---

sige Schmelze bekommen, die durch Abkühlung als Anorthit krystallisierte. Infolge der älteren Angabe der Pyrometrie sollte die in den Ofen stattfindende Temperatur nicht höher als 1550—1600° sein. Bei meinem pyrometrischen Abkühlungsversuch mit der Anorthitschmelze hatte ich leider ein Malheur, das eine ganz genaue Untersuchung unmöglich machte (s. Silikatschmelzlös., II, pag. 8); ich schätze die Erstarrungstemperatur zu 1220°. Unten benutze ich den von Day and Allen gefundenen hohen Schmelzpunkt, 1532°, des Anorthits, obwohl ich diesen Wert sehr hoch finde.

[1]) Über einige Ausnahmen oder scheinbare Ausnahmen, mit Rekurrenz von basischen und sauren Zonen, wie auch über den abnormalen Schichtenbau der Plagioklase der Orthogneise verweise ich auf die unten folgende Besprechung.

[2]) Bezüglich der umfangreichen einschlägigen Literatur siehe die Zusammenstellungen von F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., I, pag. 230 u. f. und von F. Becke, d. Z., XIII, pag. 414.

[3]) In Silikatschmelzlös. I, wo mein Hauptziel war, nachzuweisen, daß Roozebooms Theorie der Mischkrystallerstarrung sich auf die Mischkrystalle der Silikatschmelzlösungen anwenden ließ, kam ich — zum Teile gestützt auf der älteren unrichtigen Angabe von Doelter, daß der Schmelzpunkt-Unterschied zwischen Anorthit und Albit nur etwa 40—45° betragen sollte — zu dem Schlusse, daß die vorliegende Kombination eher Typus III, mit Minimum in der Nähe von Albit, als Typus I angehören sollte. — Für beide Typen ist der Schenkel für die intermediären und basischen An:Ab-Mischungen gemeinschaftlich.

Digitized by Google

— Die zwei voneinander gänzlich verschiedenen und ungefähr gleichzeitig veröffentlichten Arbeitsmethoden von mir und von Day and Allen führen somit zu demselben Resultat.

— Auffallend bei den Untersuchungen von Day and Allen ist es, daß sie für die Ab:An-Mischungen kein Schmelzpunkt-Intervall (entsprechend m—p an Fig. 9), sondern nur einen einzelnen Schmelzpunkt angeben [1]; und ferner, daß der aus jeder Ab:An-Schmelze erhaltene Plagioklas, nur mit einigen ganz unwesentlichen und zum Teil durch Zufälligkeit — nämlich ungleiche Mischung — zu erklärenden Ausnahmen, homogen ist. Das letztere deuten sie, und zwar mit vollem Recht, dadurch, daß die Krystallisation in der relativ schnell erstarrten und bei hoher Ab-Menge überaus viskosen Schmelze zuerst in ganz stark übersättigtem Zustande stattfand, also nicht bei der Kurve der Erstarrung ($a—m_1—m_6$ in Fig. 9), sondern zuerst bei der Kurve des resultierenden Minerals (a—p in Fig. 9) oder noch niedriger.

— Um jedenfalls eine Vorstellung zu erhalten über die quantitative Beziehung zwischen dem Ab:An-Verhältnis in der Lösung und in dem „ersten" Plagioklas gehen wir von der Tabelle pag. 503 aus und berechnen das Ab:An-Verhältnis im Gestein und im „ersten" Plagioklas auf 100%, indem wir die Or-Menge außer Betracht setzen; hierdurch erhalten wir die Tabelle pag. 512.

Wir begegnen hier, und zwar bei den sämtlichen vorliegenden zusammengehörigen Analysen [2] vom Gestein und von dem „ersten" Plagioklas, eine Anreicherung, und zwar in den meisten Fällen eine bedeutende Anreicherung, von An in dem „ersten" Plagioklas; dies ist ja auch eine längst bekannte Tatsache in betreff der Gang- und Deckengesteine.

Die durch die Zahlenwerte angegebene relative Anreicherung von An in dem „ersten" Plagioklas wechselt nicht ganz unwesentlich. Bei der Beurteilung dieser Vibrationen muß folgendes bedacht werden:

---

[1]) Aus ihren Schmelzkurven scheint es mir übrigens hervorzugehen, daß in der Tat ein Schmelzpunkt-Intervall vorliegen dürfte.

[2]) Nr. 24 bildet jedoch eine scheinbare Ausnahme; die Berechnung der An-Menge in dem Gestein ist hier nicht zuverlässig; ein Fehler von nur 0·1% in der CaO-Bestimmung der Analyse würde das Resultat wesentlich beeinflussen.

Digitized by Google

		Ab:An-Verhältnis				
		in dem Gestein		in dem „ersten" Plagioklas		
		% Ab	% An	% Ab	% An	
Andesite	Nr. 11	53	47	40	60	(Lagorio)
	4	54	46	38	62	
	17	54	46	48	52	
	14	57	43	32	68	
	5	57	43	31	69	(Siemirad.)
	15	58	42	33	67	(Lagorio)
	16	58	42	43	57	
	20	59	41	48	52	(Iddings-Hague)
	13	63	37	ca. 40	ca. 60	(Siemirad.)
	10	63·5	36·5	58	42	(Emmons)
Dacit	22	67	33	53	47	(Lagorio)
Andesit	18	68	32	44	56	(Siemirad.)
Dacit	23	72	28	63	37	(Iddings-Hague)
Andesit	9	79	21	58	42	(Emmons)
Sphärolithf.	27	93	7	86	14	(Lagorio)
Dacit	24	96	4	96·5	3·5	

1. Die Berechnung von dem Ab: An-Verhältnis in dem Gestein wie auch in dem „ersten" Plagioklas, welche Berechnung auf Grundlage der Tabelle pag. 512 ausgeführt ist, ist mit erheblichen Fehlerquellen verknüpft; diejenigen Berechnungen, welche ich als die minder genauen betrachte, sind petit gedruckt.

2. Wir haben die Or-Menge im Gestein wie auch in dem „ersten" Plagioklas außer Betracht gesetzt; dies spielt nur eine unwesentliche Rolle, wo die Or-Menge ganz klein ist, bewirkt aber bei höherer Or-Menge eine nicht unbedeutende Fehlerquelle.

3. Die Plagioklas-Analysen gelten streng genommen wohl in keinem Falle dem theoretischen „ersten" (oder zuerst, an der Erstarrungskurve ausgeschiedenen) Plagioklas. Wahrscheinlicher Weise hat überall eine Übersättigung, obwohl meist freilich nur eine kleine Übersättigung, stattgefunden (s. pag. 483, 515). Ferner hat sich die Zusammensetzung des in der Tat zuerst ausgeschiedenen Plagioklases, wegen dem nur teilweisen

Digitized by Google

Gleichgewicht zwischen Lösung und Mischkrystall, wohl öfter ein wenig verschoben (s. pag. 478—480). Und endlich beziehen sich mehrere der vorliegenden Plagioklas-Analysen auf zonal aufgebaute Krystalle (s. pag. 478—480).

So bemerkt Lagorio in betreff Nr. 17, 11, 16 und 22, wo wir nur eine einigermaßen kleine An-Anreicherung in dem analysierten Plagioklas finden, daß der analysierte Plagioklas „isomorph geschichtet" oder „mit zonalem Bau" ist. Bei Nr. 14, wo wir eine sehr bedeutende An-Anreicherung in dem Plagioklas berechnen, wird dagegen angeführt: „Die Plagioklase sind spärlich, aber gut ausgebildet, ohne isomorphe Schichtung"; bei Nr. 15, ebenfalls mit einer bedeutenden An-Anreicherung, wird keine zonale Schichtung erwähnt; diese zwei Plagioklas-Analysen (Nr. 14 und 15) dürften somit jedenfalls angenähert den theoretischen „ersten" Plagioklas repräsentieren.

Bezüglich des Plagioklases in Nr. 20, mit einer relativ kleinen An-Anreicherung, bemerken Iddings and Hague: „a most beautifull zonal structure"; dasselbe gilt auch vom Plagioklas Nr. 23 b.

In Fig. 15 gebe ich eine graphische Darstellung der erhaltenen Resultate. Ich gehe von der Voraussetzung aus, daß die von Day and Allen gelieferte Kurve, die ich durch eine punktierte Linie reproduziere, indem ich ihre Beobachtungen (s. pag. 510) durch Kreuze angebe, die Kurve der zuerst erhaltenen Plagioklas-Mischkrystalle darstelle. Diese Kurve sollte somit das Ab : An-Verhältnis in dem „ersten" Plagioklas repräsentieren.[1]) Die Beobachtungen bezüglich des zugehörigen Ab : An-Verhältnisses in der Lösung entnehme ich der Tabelle pag. 512. Die präsumtiv besten Beobachtungen bezüglich dieses Verhältnisses (bei Nr. 14, 5, 15, 18 und 27) bezeichne ich durch einen kleinen schwarzen Zirkel und die präsumtiv schlechteren Beobachtungen durch einen kleinen Ring. Wo es in den Beschreibungen ausdrücklich betont ist, daß der Plagioklas zonal aufgebaut ist (wie bei Nr. 11, 17, 16, 20, 22 und 23), füge ich einen kleinen Pfeil bei, um anzugeben, daß der Unterschied zwischen dem Ab : An-Verhältnis in der Lösung und in dem „ersten" Plagioklas größer ist, als die berechneten Zahlenwerte angeben. — Die Beobachtungen bei Nr. 10 und 24 setze ich, aus den oben erwähnten Gründen, außer Betracht.

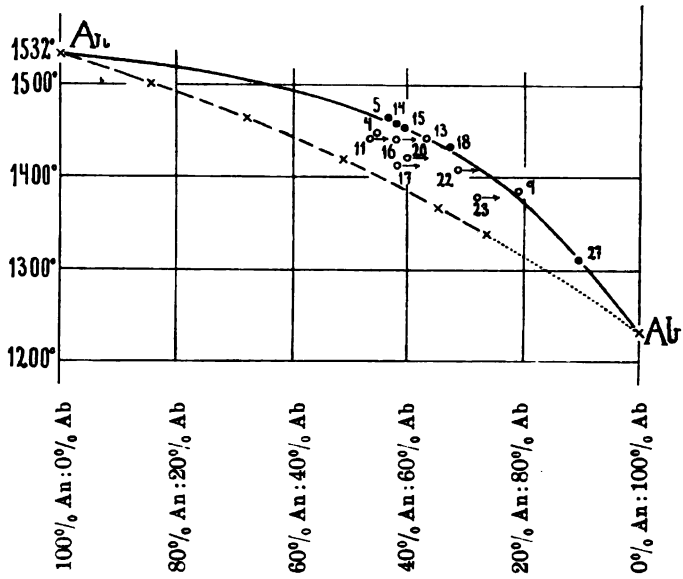
---

[1]) Vielleicht dürften die von Day and Allen gefundenen Zahlenwerte Punkte zwischen den zwei theoretischen Kurven, jedoch am nächsten der Kurve des „ersten" Plagioklas-Mischkrystalles, darstellen. Die zwei in Fig. 15 gezogenen Kurven sollten unter dieser Voraussetzung ein wenig zu stark nach oben gekrümmt sein.

Digitized by Google

Gestützt auf den Beobachtungen ziehe ich die Kurve der Erstarrung (voll aufgezogen) auf. — Weil die Beobachtungen mit vielen und bedeutenden Fehlerquellen verknüpft sind, macht diese Kurve keinen Anspruch auf Genauigkeit.

Fig. 15.



Sicher ist, daß der „horizontale Abstand" zwischen den zwei Kurven (gleich m_1—n_1, m_2—n_2 usw. auf Fig. 9) besonders für die basischen wie intermediären Ab : An-Verhältnisse sehr bedeutend ist; es dürfte aus

Lösungen mit	zuerst krystallisieren ein Plagioklas mit
20 Ab : 80 An	etwa 5—10 Ab : 85—90 An
40 Ab : 60 An	„ 20 Ab : 80 An
60 Ab : 40 An	„ 35—40 Ab : 65—60 An
80 Ab : 20 An	„ 65 Ab : 35 An

Bei überwiegend Ab und wenig An, so bei 90 Ab : 10 An, in der Lösung dürfte dagegen die An-Anreicherung in dem ersten Plagioklas nicht so sehr stark sein.

Aus dem bedeutenden horizontalen Abstand, besonders bei den basischen und intermediären Mischungen, erklärt sich der längst be-

Digitized by Google

kannte erhebliche Unterschied zwischen der Zusammensetzung des ersten und des letzten Plagioklasmischkrystalls.[1])

— Der „vertikale" Abstand (gleich m_1—p an Fig. 9) zwischen den zwei Kurven sollte, der graphischen Darstellung zufolge, selbst an derjenigen Partie, wo die Kurven am weitesten voneinander entfernt liegen, nicht mehr als etwa 65° ausmachen. Diese Angabe ist freilich sehr ungenau; weil der Schmelzpunktunterschied zwischen Anorthit und Albit zufolge Day and Allen nicht mehr als rund 300° oder ein wenig darüber beträgt, darf man jedoch sicher behaupten, daß der vertikale Abstand zwischen den zwei Kurven nicht 100° überschreiten kann.

Wie oben (pag. 483) erörtert, folgt aus der ausgeprägten zonalen Schichtung der Plagioklase der nicht allzu schnell abgekühlten Gang- und Ergußgesteine, daß die Krystallisation schon einigermaßen kurz unterhalb der Kurve der Erstarrung angefangen haben muß. Der vertikale Abstand zwischen den zwei Kurven beträgt nur etwa 65° oder höchstens rund 100°, und die Unterkühlung am Anfange der Krystallisation der Plagioklase in den meisten Gang- und Deckengesteinen macht nur einen Bruchteil von diesem Temperaturmaß aus. Wir gelangen hierdurch zu dem generellen Schluß, daß der für die Krystallisation der Plagioklase nötige Grad der Übersättigung bei den nicht allzu schnell abgekühlten Eruptivmagmen nur ziemlich klein ist. — Wahrscheinlich handelt es sich bei den nicht besonders schnell abgekühlten Erguß- und Ganggesteinen meist nur um einen Wert wie etwa 5—25° und bei den Tiefengesteinen um noch kleinere Werte.

Der zonale Schichtenbau der Plagioklase der Eruptivgesteine zeigt sich gelegentlich, wie es von mehreren Forschern hervorgehoben worden ist[2]), mehr kompliziert als bei dem oben besprochenen, als

[1]) Der Unterschied mag gar von Bytownit oder einem sauren Glied der Anorthitreihe im Kern bis zu Oligoklas in der Hülle gehen; siehe hierüber E. v. Fedorow, Ein extremer Fall in dem Schalenbau der Plagioklase, Zeitschr. f. Kryst. Min., XXXIII, 1900, pag. 130.

[2]) Siehe besonders den Abschnitt Zonenstruktur der Plagioklase in den petrographischen Studien am Tonalit der Rieserferner von F. Becke, d. Z. XIII, pag. 414—415; ferner unter anderem J. E. Hibsch, Kaukasische Quarzbasalte mit abweichend entwickelten Feldspaten und Augiten, d. Z. XVII, pag. 285; L. Duparc und F. Pearce, Notiz über die Zusammensetzung der konzentrischen Wachstumszonen gewisser Plagioklase, Arch. d. Sc. phys. et nat. Genève [4], VIII, pag. 17—30.

Digitized by Google

normal geltenden Fall. Diese Komplikationen gruppiert Becke (l. c.) in folgender Weise.

1. Periodische Folge mit basischen Rekurrenzen. Um den Kern legen sich folgeweise Ab-reichere Schichten; dann folgt nach einer scharfen Grenze eine zweite ähnliche Zonenfolge, die wieder mit An-reicherer Mischung beginnt und stetig zu Ab-reicheren übergeht. Solche Perioden können sich oft wiederholen. Gewöhnlich beobachtet man, daß sowohl die Anfangs- als die Endglieder der aufeinanderfolgenden Perioden, unter sich verglichen, der allgemeinen Regel gehorchen und nach außen Ab- reicher werden. Doch gilt dies nicht ausnahmslos.

2. Regelmäßig wechselnde Zonenfolge. Auf den Kern folgt eine Ab-reichere Schichte, auf dieser eine An-reichere, wieder eine Ab-reichere usf., dabei gehorchen die abwechselnd aufeinanderfolgenden basischen sowohl als sauren Schichten der allgemeinen Regel, sie werden je weiter nach außen liegend um so Ab-reicher.

3. Unregelmäßig wechselnde Zonenfolge. Die aufeinanderfolgenden Schichten lassen keine Gesetzmäßigkeit erkennen.

— Die Deutung dieser Ausnahmen oder scheinbaren Ausnahmen scheint mir fraglich; auch dürften die verschiedenen Fälle auf verschiedene Ursachen beruhen können.

Die am besten zutreffende der früheren Erklärungen des normalen Schichtenbaus ist von R. Herz [1]) geliefert: „Da die An-Substanz im Magma schwerer löslich ist und leichter krystallisiert als die Ab-Substanz, scheidet sich aus dem Magma, dessen Zusammensetzung dem Verhältnis m An: Ab entspricht, ein Feldspat von der Zusammensetzung α m An: n Ab aus, wobei $\alpha > 1$." — Indem Becke sich hierauf stützt, bemerkt er, daß der „eingeführte Koeffizient α keine Konstante, sondern wie fast alle physikalischen Koeffizienten von den äußeren Umständen (Druck und Temperatur) und von der chemischen Zusammensetzung des Magmas, namentlich auch von seinem Gehalt an Gasen und Dämpfen abhängig sein wird".

Wie schon oben (pag. 482—483) angedeutet, und wie ich später näher erörtern werde [2]), ist der Koeffizient α freilich von Druck und Temperatur abhängig, verschiebt sich aber mit diesen Faktoren so wenig,

[1]) Die Gesteine der ecuatorianischen Westcordillere. Berlin 1892, pag. 32 u. ff. Separatabdruck aus Reiss und Stübel, Reisen in Südamerika.

[2]) S. auch Silikatschmelzlös. II, pag. 214—216.

Digitized by Google

daß die Ausnahmen von der Regel hierdurch im allgemeinen nicht erklärt werden dürften. — Durch das Entweichen von Gasen und Dämpfen (besonders von H_2O) aus dem Magma wird das chemische Gleichgewicht des Magmas und somit auch das Verhältnis zwischen den gelösten Komponenten An und Ab beeinflußt; ich glaube aber nicht, daß man als generelle Erklärung der vorliegenden Ausnahmsfälle zu diesem fraglichen Entweichen von Gasen und Dämpfen zu greifen braucht.

Die Wiederholung von Schichten mit nach außen zunehmender Ab-Menge dürfte vielleicht (?) durch eine Platzverschiebung zwischen Lösung und dem sich ausscheidenden Plagioklas erklärt werden, und zwar derart, daß der Krystall auf einer gewissen Stufe des Ausscheidungsvorganges wegen Strömungen in dem noch relativ dünnflüssigen Magma oder wegen Hinuntersinken der Schwere wegen[1]) zu einer Stelle in dem Magma gelangt, wo die Krystallisation nicht so weit vorgeschritten ist. Besonders in Gängen und Decken dürfte die Temperatur und damit auch das Stadium des Krystallisationsprozesses in ziemlich nahe aneinander gelegenen Stellen etwas verschieden sein. Gelangt ein zonal gebauter Plagioklas zu einem Magmateil von einer Temperatur um z. B. 10—20° höher als die ursprüngliche Mutterlauge, so muß bei fortgesetzter Krystallisation sich eine An-reichere Schicht um die früher äußere relativ Ab-reiche Zone ablagern. Wir bekommen somit Wiederholungen in dem Schichtenbau, wie in den zwei pag. 516 angeführten Fällen.

— F. Becke[2]) hat kürzlich in den Plagioklasen der Orthogneise einen abnormalen Schalenbau nachgewiesen, indem hier die äußeren Schalen an Anorthit reicher werden. Er fand Kerne von $Ab_{95}\ An_5$ mit einer Hülle von $Ab_{87}\ An_{13}$ und Kerne von $Ab_{80}\ An_{20}$ mit einer Hülle von $Ab_{70}\ An_{30}$. Die Deutung dieser Erscheinung, die vielleicht (?) in Verbindung mit einer sekundären Umlagerung stehen könnte, ist noch eine offene Frage.[3])

[1]) In diesen Verbindungen verweise ich auf die älteren Abhandlungen von Hoefner und Herz (beide in Beckes oben zitierter Abhandlung erwähnt), auf die Untersuchung von Hibsch (l. c.) über Plagioklas mit abnormalem Schichtenbau in Quarzbasalten (wahrscheinlich mit mechanisch zugeführten Krystallen von Plagioklas und Augit) und auf die kürzlich erschienene Abhandlung von L. Milch, „Über magmatische Resorption und porphyrische Struktur" (Neues Jahrb. f. Min., 1905, II).

[2]) Lotos, Nr. 5, 1899.

[3]) Wäre diese Erscheinung eine primäre, so müßte sie durch Typus III, mit Minimum in der Nähe von Albit, erklärt werden.

Digitized by Google

Orthoklas : Albit und Orthoklas : Anorthit.

Orthoklas und Albit haben zufolge Day and Allen jedenfalls annähernd gleich hohe Schmelzpunkte. Die Schmelzen beider Mineralien sind überaus viskos; aus diesem Grunde wird eine synthetische Untersuchung über den Mischkrystalltypus Or : Ab erschwert oder gar unmöglich gemacht. Dasselbe gilt auch von den Schmelzen von Or mit etwas An; eine synthetische Untersuchung über Mischkrystalle von An mit etwas Or dürfte sich dagegen ausführen lassen.[1])

Die Mischungsreihen Or : Ab und Or : An sind diskontinuierlich; es handelt sich somit bei diesen binären Kombinationen nur um entweder Typus IV oder V.

1. In den Eruptivgesteinen begegnen wir, je nach der Zusammensetzung des Magmas, sowohl der Krystallisationsfolge 1 Orthoklas, 2 Plagioklas (mit einem wechselnden Ab : An-Verhältnis, doch durchgängig mit sehr viel oder einigermaßen viel Ab), wie auch der umgekehrten Krystallisationsfolge 1 Plagioklas, 2 Orthoklas. Hieraus folgt (cfr. pag. 484—486), daß Or : Ab Typus V angehört und ferner, daß im ternären System Or : Ab : An, mit einigermaßen viel Ab neben wenig An, eine eutektische Grenze Or : Ab + An vorliegt.

Eruptivgesteine, welche Orthoklas und Anorthit führen ohne oder fast ohne Ab, sind bisher nicht nachgewiesen und scheinen überhaupt nicht zu existieren. Dies beruht auf magmatischen Differentiationsvorgängen, welche sich dadurch erklären, daß die Kombination An : Ab Typus I, aber andrerseits nicht nur Or : Ab, sondern auch Or : An Typus V angehört; hierüber verweise ich auf meine Erörterung über die anchi-eutektischen und anchi-monomineralischen Eruptivgesteine.

2. In Magmen mit relativ viel Or neben Ab + An scheidet sich zuerst ein Orthoklas aus, der sich durch eine in Vergleich mit der Lösung verminderte Ab- und An-Menge kennzeichnet (siehe die Tabelle pag. 504). Und in Magmen mit überwiegend Ab + An nebst etwas Or krystallisiert zuerst ein Plagioklas mit weniger Or als in der Lösung (siehe die Tabelle pag. 503). Auch dies läßt sich (cfr.

---

[1]) Es war im Frühling 1905 meine Absicht, die Or-haltigen Anorthite synthetisch und pyrometrisch zu untersuchen; diesen Plan habe ich jedoch eingestellt, weil Day mir mitgeteilt hat, daß er sich mit dieser Frage beschäftige. — In der gerade erschienenen Arbeit Silikatschmelzen III erwähnt Doelter, daß er Anorthite mit 10—15% Or dargestellt habe.

Digitized by Google

pag. 484—486) nur durch Typus V erklären, nicht nur für Or : Ab, sondern auch für Or : An.

3. Ferner kennen wir gewisse Feldspate, nämlich die Kryptoperthite (Brögger), welche durch eine gleichzeitige Krystallisation von Orthoklas und Albit (bzw. einem anderen Ab-reichen Plagioklas) erklärt werden müssen und welche als „eutektische Feldspate" aufzufassen sind (siehe unten pag. 523—528). Auch dies gibt für Or : Ab (bzw. für Or : Ab+An) Typus V an.

Drei verschiedene Arbeitswege führen uns somit zu demselben Resultat.

Über die eutektische Grenze Or : Ab + An und über die Krystallisationsfolge zwischen Orthoklas und Plagioklas.

Je nach dem magmatischen Verhältnis zwischen Or und Ab+An läßt sich die Erstarrung der Feldspate in mehrere Gruppen einteilen.[1])

1. Bei ganz überwiegend Or neben wenig Ab+An krystallisiert nur Orthoklas, der die gesamte kleine Ab+An-Menge in sich aufnimmt. (Über die sekundäre Ausscheidung von Perthit aus der festen Ab+An-haltigen Orthoklaslösung verweise ich auf einen unten folgenden Abschnitt.)

2. Bei relativ viel Or neben Ab+An begegnen wir bei vollständiger Krystallisation der Krystallisationsfolge 1 Orthoklas, 2 Plagioklas (oder zuerst nur Orthoklas, später Plagioklas und fortgesetzter Krystallisation von Orthoklas).

3. Bei gewissen intermediären Mischungsverhältnissen zwischen Or und Ab+An krystallisieren „eutektische Feldspate".

4. Bei relativ viel Ab+An neben Or begegnen wir der Krystallisationsfolge 1 Plagioklas, 2 Orthoklas.

5. Bei ganz überwiegend Ab+An neben wenig Or krystallisiert nur Plagioklas, in welchen die kleine Or-Menge in seiner Ganzheit hineingeht.

Die Gruppe Nr. 3 mit Ausscheidung von „eutektischen Feldspaten" werden wir in dem nächsten Abschnitt (pag. 523—528) besprechen.

Bezüglich der Krystallisationsbeziehung zwischen Orthoklas und Plagioklas verweise ich auf die auf den Tabellen pag. 520 und 521 zusammengestellten Beobachtungen.

[1]) In dieser Verbindung verweise ich auf den Abschnitt über Feldspate in Beckes Arbeit „Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes", diese Zeitschr., XII, 1905, pag. 231—238.

Digitized by Google

Ich ordne diese Beobachtungen im großen und ganzen nach abnehmender Or- und zunehmender Ab+An-Menge, indem ich es doch überflüssig finde, die Gesteine mit ganz überwiegend Or, bzw. Ab+An mitzunehmen.

Orthoklas ist zuerst krystallisiert in:

	Gestein mit			
	% Or	% Ab	% An	
Liparit . . . . . Nr. 34	69·5	25·5	5	
Quarzporphyr . . . . „ 44	63	22	15	
Liparit . . . . . „ 35	57	35	8	
Rapakiwi (Nr. 48 porphyrisch) . . . „ 55	57	35	8	
„ 56	55	33	12	
„ 48	52·5	41	6·5	
Quarzporphyr . . . „ 43	52	40	8	
„ 61	50·5	47·5	2	
Felsitporphyr . . . . „ 59	50	45	5	
Liparit . . . . . „ 62	50	49·5	0·5	
Granit . . . . . „ 49	47	47	6	
Trachyt (M. Amiata) . „ 28	47	31	22	
„ 30	46	33	21	
„ 29	42	34	24	
Quarzporphyr . . . . „ 60	43·5	51·5	5	
Paisanit . . . . . „ 63	43	52	2	
Granit (Nr. 47, Rapakiwi) . . . . . „ 57	43·5	36	20·5	Mit Plagioklasmänteln um die Orthoklas-Krystalle.
„ 47	38	55·5	6·5	
„ 58	36	57·5	6·5	

Annähernd gleichzeitige Krystallisation von Plagioklas und Orthoklas; der Anfang der Krystallisation von Plagioklas vielleicht ein wenig früher als derjenige von Orthoklas (Sanidin).

	% Or	% Ab	% An
Trachyt Nr. 31 . . .	42	38	20
Dacit Nr. 33	41	52·5	6·5

Beide Gesteine führen Einsprenglinge sowohl von Plagioklas wie auch von Sanidin; zufolge Lagorio sollte in beiden Gesteinen die Krystallisation vom Plagioklas etwas früher als diejenige

Digitized by Google

von Sanidin begonnen haben. — Aus J. F. Williams' Beschreibung von den Trachyten Nr. 28—30, von demselben Gebiet (Monte Amiata) wie Nr. 31, scheint hervorzugehen, daß hier andrerseits die Krystallisation von dem Sanidin früher als diejenige von Plagioklas anfing. Ziemlich sicher war der Unterschied zwischen dem Anfang der Krystallisation der beiden Arten von Feldspaten bei diesen Gesteinen mit 40—44% Or : 60—56% Ab + An, nur ganz gering.

Plagioklas ist zuerst krystallisiert in:

		Gestein mit		
		% Or	% Ab	% An
Gautëit	Nr. 71	41	40	19
Granophyr	„ 65	40	53	7
(Natron-) Liparite	„ 25	39·5	43·5	17
	„ 36	36	53	11
	„ 68	36	56	8
	„ 66	34	62	4
	„ 67	32	60	8
Dacite	„ 24	37·5	59·5	3
	„ 69	32	46	22
Granitporphyr	„ 64	32·5	50	17·5
Sphärolithfels	„ 27	33·5	62	4·5
Obsidian	„ 2	35	55	10?
Dacite	„ 21	28	49	23
	„ 23	27	52	21
	„ 70	27	52	21
Andesite	„ 16	32·5	39	28·5
	„ 14	28	41	31
	„ 8	25	42	33
	„ 17	22	42	36
	„ 11	21	42	37
	„ 10	20	50	30

Bei der Beurteilung dieser tabellarischen Übersicht muß bedacht werden:

1. Die eutektische Grenze zwischen Orthoklas und Plagioklas ist, in gegenseitigen Lösungen, die nur Or, Ab und An führen, von

Digitized by Google

dem Verhältnis zwischen Ab und An abhängig; oder, graphisch ausgedrückt, die eutektische Grenzlinie E_{Or-Ab}—E_{Or-An} (s. Fig. 12 *b*) ist eine Kurve und nicht eine gerade Linie, und zwar nicht eine gerade Linie parallel Ab—An.

2. Die Lage dieser Linie wird von der Menge wie auch der Art der fremden Komponenten (von Quarz, Glimmer, Augit usw.) etwas verschoben (s. hierüber pag. 523).

3. Ferner sind unzweifelhaft mehrere der vorliegenden Gesteinsanalysen nicht ganz genau und die obige Berechnung von dem Verhältnis Or:Ab:An in den Gesteinen, auf Grundlage der Gesteinsanalysen, ist mit nicht unwesentlichen Fehlerquellen verknüpft.

Bezüglich der zwei Gesteine (Granite) Nr. 47 und 58 mit Krystallisationsfolge 1 Orthoklas, 2 Plagioklas, aber den Analysen zufolge mit relativ wenig Or, ist zu bemerken: Die sämtlichen anderen vorliegenden Analysen (wie Nr. 55, 56 und 48) von Rapakiwi, bzw. Rapakiwi-Granitporphyr aus Finnland und Schweden ergeben etwas mehr K_2O und weniger Na_2O als die Rapakiwi-Analyse Nr. 47; dies läßt vermuten, daß in dieser Analyse ein oder ein paar Zehntel zu wenig K_2O oder zuviel Na_2O gefunden ist. Dasselbe gilt auch von der Analyse Nr. 58.

Als Resultat der obigen Zusammenstellung folgt,

daß die Individualisationsgrenze zwischen Orthoklas und Plagioklas eine Funktion von dem magmatischen Or:Ab + An-Verhältnis ist, und ferner,

daß diese Grenze bei etwas weniger als 50% Or: etwas mehr als 50% Ab + An liegt; am nächsten dürfte die Grenze bei etwa 40—44% Or:60—56% Ab + An fallen.

Eine absolut scharfe Grenze dürfte nicht existieren, indem die Lage der eutektischen Grenze E_{Or-Ab}—E_{Or-An} etwas von den vorhandenen fremden Komponenten verschoben wird; ferner müssen auch die Übersättigungserscheinungen berücksichtigt werden.

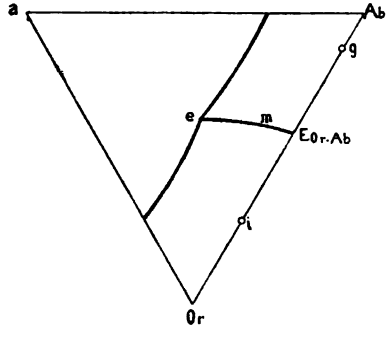
— Das obige Resultat basiere ich nicht nur auf die oben zusammengestellten Gesteinsanalysen, sondern auch auf die Durchmusterung einer bedeutenden Anzahl Gesteinsanalysen, die ich hier abzudrucken nicht nötig finde. In der Tat kenne ich keine zuverlässige Gesteinsanalyse mit so viel wie 45—50% Ab + An gegen 55—50% Or, wo Plagioklas früher als Orthoklas krystallisiert ist, und andrerseits keine zuverlässige Analyse mit so wenig wie 35% Or gegen 65% Ab + An, wo Orthoklas früher als Plagioklas krystallisiert ist.

Digitized by Google

Über die Zusammensetzung der eutektischen Feldspate (Or : Ab, Or : Ab + An).

W. C. Brögger hat durch seine Untersuchung über den Kryptoperthit[1]) nachgewiesen, daß der „Kalinatronfeldspat" (=Natronorthoklas, Natronmikroklin; Kryptoperthit nach Brögger; Anorthoklas nach Rosenbusch) nicht ein selbständiger homogener Feldspat ist, sondern aus einer innigen Verwachsung von Orthoklas (Mikroklin) und Albit (oder einem anderen sauren Plagioklas) besteht; diese Verwachsung ist teils mikroskopisch, teils submikroskopisch (kryptoperthitisch); die Verwachsung beruht auf einer gleichzeitigen Krystallisation der beiden Feldspatbestandteile; ferner wurde von ihm festgestellt, daß der An-freie oder -arme

Fig. 16.



Kryptoperthit aus dem Larvikit eine konstante oder beinahe konstante Zusammensetzung ergibt.

Wie ich in Silikatschmelzlös. II, pag. 184—185 erwähnt habe, folgt aus den von Brögger gelieferten Beobachtungen, daß der Kryptoperthit ein eutektischer Feldspat ist; dies wird dadurch bestätigt, daß das Or : Ab- oder Or : Ab + An-Verhältnis in dem Kryptoperthit ziemlich genau mit der aus der Krystallisationsfolge zwischen Orthoklas und Plagioklas abgeleiteten eutektischen Or : Ab- oder Or : Ab + An-Grenze zusammenfällt.

— In gegenseitigen ternären Lösungen von Or, Ab und einer dritten, von diesen unabhängigen Komponente a (wie Quarz, Olivin, Glimmer usw.) wechselt die Zusammensetzung der eutektischen Or : Ab-Feldspate nach der Art wie auch nach der Menge von a (graphisch ausgedrückt, die Lage von e an Fig. 16 ist von der Art

[1]) Zeitschr. f. Kryst. Min. XVI, 1890, II, pag. 524—551.

Digitized by Google

von a abhängig, und Kurve $E_{Or\text{-}Ab}$—e ist nicht eine gerade Linie in der Richtung zwischen $E_{Or\text{-}Ab}$ und a). In Gesteinen, die Or und Ab in dem eutektischen Verhältnis und nur eine ganz geringe Menge von a enthalten (graphisch ausgedrückt, in Gesteinen von der Zusammensetzung wie m, Fig. 16), repräsentiert der an Punkt m ausgeschiedene eutektische Feldspat beinahe genau die Zusammensetzung von $E_{Or\text{-}Ab}$, und die Zusammensetzung von $E_{Or\text{-}Ab}$ ist bei demselben Drucke konstant; bei der Krystallisation längs der Kurvenstrecke m—e wird sich aber die Zusammensetzung des eutektischen Feldspates etwas verschieben. Eine fernere Verschiebung folgt daher, daß die ursprünglichen Lösungen im allgemeinen mehrere unabhängige Komponenten (neben a auch b, c usw.) sowie auch etwas An enthalten. Eine absolut konstante Zusammensetzung der aus komplexen Lösungen ausgeschiedenen eutektischen Feldspate ist somit ausgeschlossen.

— In der Tabelle pag. 525 stelle ich eine Reihe Analysen von An-freien oder An-armen eutektischen Feldspaten (Kryptoperthite, Anorthoklase) zusammen.

Nr. 72—78 sind die von Brögger (l. c.) gelieferten neuen und alten Analysen Nr. I—VII von An-freiem oder An-armem Kryptoperthit aus dem Larvikit. — Nr. 79. J. Sioma, Kryptoperthit, der „den Hauptgemengteil der Eläolithsyenite des Ilmengebirges bildet"; * mit Spur Fe_2O_3 in Al_2O_3 und mit 0·17% MgO. Zeitschr. f. Kryst. Min. XXXIV, 1901, pag. 278. — Nr. 80 „Anorthoklas" aus Keratophyr, Marblehead Neck, Massachusetts, analysiert von T. M. Chatard, zitiert nach F. W. Clarke, Anal. of rocks, U. S., 1880—1903; * mit 0·18% MgO, 0·13% MnO. — Nr. 81 Kryptoperthit aus grönländischem Augitsyenit; N. V. Ussing, Meddelelser om Grönland XIV, 1893.

Ausgehend von den in den Analysen aufgeführten Gehalten von CaO, Na_2O und K_2O berechne ich die Menge von An, Ab und Or; wie die Summe An + Ab + Or ergibt, sind mehrere der Analysen mit nicht unwesentlichen Fehlern behaftet. In dem dritten Teil der Tabelle stelle ich das für jede Analyse wahrscheinlich richtigste An : Ab : Or-Verhältnis dar.

Als Resultat der Zusammenstellung folgt, daß der eutektische Feldspat in den Analysen Nr. 72—80 ziemlich genau 42% Or : 58% Ab oder Ab + An[1]) führt, und weil die betreffenden Gesteine ganz überwiegend aus Feldspat bestehen (graphisch ausgedrückt, mit Zusammensetzung wie m in Fig. 16), repräsentieren diese Zahlenwerte ziemlich genau die eutektische Zusammensetzung E_{Or-Ab} oder $E_{Or-Ab+An}$.

[1]) Brögger (l. c.) kommt zum Resultat 2 Or + 3 Ab (oder 40 Or : 60 Ab); es ist aber kein Grund anzunehmen, daß ein einfaches stöchiometrisches Verhältnis vorliegen sollte.

Digitized by Google

Analysen von An-freien oder An-armen eutektischen Feldspaten (Kryptoperthit, Anorthoklas).

	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
SiO_2 . . .	65·19	66·08	66·21	65·90	66·03	65·68	66·76	65·48	65·66*	65·81
Al_2O_3 . . .	19·99	18·77	19·16	19·46	19·17	19·53	19·02	21·12*	20·05	19·43
Fe_2O_3 . .	0·63	—	—	0·44	0·31	0·52	—	—	Sp.	0·40
CaO . . .	0·48	0·37	—	0·28	0·20	0·22	0·39	1·44	0·67	—
Na_2O . . .	7·08	6·54	(7·25?)	6·14	6·83	7·11	6·60	5·25	6·56	5·61
K_2O . . .	7·03	7·68	7·38	6·55	6·96	6·93	7·09	6·56	6·98	8·66
H_2O . . .	0·38	--	—	0·21	0·12	0·11	0·24	0·18	0·41	0·39
Summe .	100·78	99·44	(100)	98·90	99·71	100·10	100·10	100·20	100·64	100·30
Das berechnete An : Ab : Or-Verhältnis.										
An	2·4	1·8	—	1·4	1·0	1·1	1·9	6·8	3·3	—
Ab	59·8	55·2	(?)	51·9	57·7	60·0	55·7	44·3	55·4	47·4
Or	41·5	45·4	43·6	38·7	41·1	41·0	41·3	38·8	41·2	51·1
Summe .	103·7	102·4	—	92·0	99·8	102·1	98·9	89·9	99·9	98·5
Das An : Ab : Or-Verhältnis auf 100% berechnet.										
An	2	2	—	1·5	1	1	2	7	3·5	—
Ab	57·5	54	(?)	55·5	58	59	56	50	55·5	49
Or	40·5	44	43·5	43	41	40	42	43	41	51

Digitized by Google

Die Analyse Nr. 81 gibt etwas mehr Or und weniger Ab; worauf dies beruht, ist mir fraglich.[1]) — Die in Bröggers Arbeit als Nr. VIII und IX (pag. 546) veröffentlichten Analysen von relativ An-reichem Kryptoperthit ergeben andrerseits etwas weniger Or und mehr Ab + An.

Ich finde es nicht nötig, bei dieser provisorischen Besprechung der eutektischen Feldspate, die unzweifelhaft in der Zukunft Veranlassung zu zahlreichen Detailstudien geben werden, die vielen älteren Analysen von Anorthoklas zu berücksichtigen. — In Hintzes Handb. d. Mineralogie sind die Bröggers Arbeit entnommenen Analysen von Kryptoperthit, wie auch von vielen anderen Anorthoklasen[2]), unrichtig in der Orthoklastabelle aufgeführt; andrerseits sind in seiner Anorthoklastabelle ziemlich sicher sowohl einige Orthoklase wie auch einige Plagioklase versteckt. — Bei der Beurteilung der Analysen von Anorthoklas (Kryptoperthit) muß man sehr vorsichtig sein: enthält das Magma ursprünglich einen kleinen Überschuß über die eutektische Or : Ab + An-Grenze, z. B. von Or, krystallisiert zuerst ein wenig Orthoklas und später folgt die gleichzeitige Krystallisation von Orthoklas und Plagioklas, der sich unter gewissen Bedingungen zonal um den Orthoklaskern ablagern kann; bei der Abkühlung mag später die perthitische Entmischung (s. unten) eintreten, wodurch der ursprüngliche kleine Orthoklaskern sich der Beobachtung gelegentlich entziehen mag. Die Analyse eines solchen Anorthoklases würde einen irreleitenden Überschuß von Or ergeben. In der gleichen Weise verhält es sich bei einem ursprünglichen Überschuß von Ab + An.

— In dem vorigen Abschnitt (pag. 522) kamen wir zu dem Schluß, daß die eutektische Grenze zwischen Orthoklas und Plagioklas bei

---

[1]) Breithaupt analysierte schon längst („Berg- und Hüttenm. Zeitung", 1858, s. Hintzes Handb. d. Min., Analyse Nr. CCCXVII unter Kalifeldspat) einen „Mikroklin" von Kangerdluarsuk, mit dem Resultat:

66·90% SiO_2, 17·80 Al_2O_3, 0·50 Fe_2O_3, 0·60 CaO, 6·50 Na_2O, 8·30 K_2O. Hierzu entspricht: 3·0 An + 54·9 Ab + 49·0 Or = Summe 106·9%; oder 3 An + 51 Ab + + 46 Or = Summe 100%.

Gestützt auf diese Analyse dürfte man vielleicht annehmen, daß die Bestimmung in Nr. 81 von K_2O ein wenig zu hoch und von Na_2O ein wenig zu niedrig ausgefallen wäre.

[2]) So ergeben die unter Orthoklas (oder Kalifeldspat) stehenden Analysen Nr. LXIII, CXXX, CLXXV, CCCXI, CCCXII, CCCXIII, CCCXIV ziemlich genau 42% Or : 58% Ab + An. Und eine bedeutende Anzahl Analysen zeigen teils etwas mehr und teils etwas weniger Or.

Digitized by Google

etwa 40—44 Or : 60—56 Ab + An liegt; die Untersuchung der eutektischen Feldspate erlaubt eine noch genauere Bestimmung, nämlich ungefähr 42 Or : 58 Ab oder Ab + An. Bei der Auskrystallisation aus gemischten Magmen muß aber bedacht werden, daß diese eutektische Grenze von fremden Komponenten etwas verschoben wird.

— Rosenbuschs Definition (in Mikrosk. Phys. d. Min., 1905, II, pag. 325) der „triklinen Kalinatronfeldspate oder Anorthoklase", nämlich: „Isomorphe Mischungen von vorherrschendem Natronfeldspat mit Kalifeldspat und kleinen Mengen von Kalkfeldspat", sollte ersetzt werden durch: „Mechanische Gemenge von isomorphen Mischungen usw."

— Die Namen Anorthoklas, Natronorthoklas und Natronmikroklin sind nach meiner Meinung nicht erleuchtend, indem sie den Gedanken auf eine mineralogische Selbständigkeit der „Kalinatronfeldspate" lenken. Besser ist der von Brögger vorgeschlagene Name Kryptoperthit, weil dieser den mechanischen Gemengcharakter betont; dieser Name hat aber keine generelle Gültigkeit, indem die betreffenden Gemenge nicht immer kryptoperthitisch entwickelt sind.

Genetisch zutreffend ist die Bezeichnung „eutektische Feldspate"; die meisten dieser sind „Eutekt-Orthoklas-Albite"; einige sind „Eutekt-Orthoklas-Oligoklase"; zukünftig wird man vielleicht auch eutektische Zusammenwachsungen von Orthoklas und noch mehr basischen Plagioklasen finden.

— Die obige Erörterung benutzen wir zu einer ganz kurzen Besprechung der Krystallisationsvorgänge des Larvikits. [1]) Dieser besteht überwiegend aus Or und Ab + An — An nur in ganz geringer Menge — genau (oder beinahe genau?) in der eutektischen Mischung und führt daneben etwas titanreichen Magnetit, Apatit und verschiedene Mg, Fe-Silikate (Olivin, Pyroxen, Hornblende, Glimmer). Durch die bedeutende Anzahl von Komponenten wird die Krystallisationsfolge viel mehr kompliziert, als in dem einfachen Beispiel Fig. 16, mit nur drei Komponenten Or, Ab und a. — „Das bei weitem vorherrschende Mineral, der Feldspat (Kryptoperthit), ist annäherungsweise wesentlich von den Formen (110) und ($\bar{2}$01) begrenzt, wodurch in allen Richtungen rhombische Durchschnitte resultieren; die auf diese Weise hypidiomorph begrenzten Feldspatindividuen liegen ganz dicht an-

[1]) Siehe die Beschreibung von W. C. Brögger, Zeitschr. f. Kryst. Min., XVI, 1890, I, pag. 29—30.

Digitized by Google

einander zusammengehäuft in teilweise subparalleler Anordnung, während die übrigen Gesteinsbestandteile in untergeordneter Menge zwischen den Feldspatindividuen, in etwas kleinerem Korn ausgebildet, eingeklemmt erscheinen" (Zitat nach Brögger, l. c.). Hieraus folgt, daß anfangs nur (oder beinahe nur) die eutektische Feldspatmischung krystallisierte (cf. Punkt m der Fig. 16) und später sowohl das Feldspat-Eutektikum wie die verschiedenen Mg-Fe-Silikate usw. — Auf dem prachtvollen farbenschillernden Feldspat des Larvikits beobachtet man gelegentlich eine, obwohl nur ganz wenig hervortretende Zonalstruktur, welche sich dadurch kund gibt, daß die äußere Rinde der Individuen einen anderen Farbenschiller als der Kern zeigt; dies bedeutet eine ganz klein wenig verschobene Zusammensetzung des eutektischen Feldspates (cf. die Bemerkungen pag. 523—524 über die Verschiebung des Eutektikums auf der Strecke m—e, Fig. 16).

— In einigen anchi-eutektischen Or : Ab- oder Or : Ab + An-Eruptivmagmen krystallisieren Orthoklas und Plagioklas in inniger Verwachsung, wodurch eutektische Feldspate resultieren; in anderen Eruptivmagmen dagegen bilden sie getrennte oder selbständige Individuen. Worauf dieser Unterschied in dem Krystallisationsvorgang beruht, ist eine offene Frage.

Über den Gehalt von Ab, An im Orthoklas und von Or im Plagioklas.

Wir denken uns eine gegenseitige magmatische Lösung, die nur aus Or und Ab besteht.

In Lösungen von der Zusammensetzung zwischen 100% Or und m (s. Fig. 17), z. B. von der Zusammensetzung r, krystallisiert zuerst ein Orthoklas (Sanidin in dieser Bezeichnung einbegriffen) mit einer Ab-Menge = s; bei fehlendem Gleichgewicht erfolgt ein zonaler Aufbau mit nach außen steigender Ab-Menge; bei stattfindendem Gleichgewicht resultiert ein homogener Mischkrystall von der Zusammensetzung t.

In Lösungen von der Zusammensetzung u (mit einer Ab-Menge zwischen m und E_{Or-Ab}) erhalten wir bei fehlendem Gleichgewicht einen Orthoklas mit einer Ab-Menge von v—i und bei stattfindendem Gleichgewicht einen Orthoklas von der Zusammensetzung i.

In Lösungen, welche daneben auch etwas An enthalten, geht auch etwas An in den Orthoklas hinein; bei einer An-Menge in der

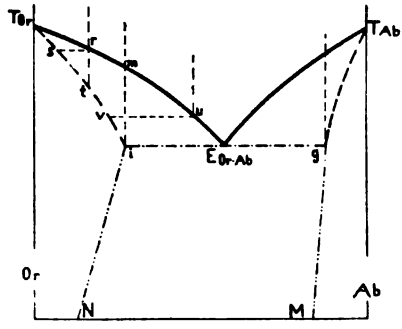
Digitized by Google

Lösung und gleichzeitig bei stattfindendem Gleichgewicht wird Punkt i in Fig. 17 durch einen Punkt an der Kurve i—k in Fig. 12 ersetzt.

In entsprechender Weise verhält es sich mit der Or-Menge in dem bei überwiegender Ab + An-Menge auskrystallisierenden Plagioklas; besonders betonen wir, daß aus Lösungen mit nennenswerter Or-Menge und gleichzeitig stattfindendem Gleichgewicht ein Plagioklas resultieren muß, mit einer Or-Menge entsprechend Punkt g, Fig. 17 (in Lösungen von nur Ab mit Or), bzw. einem Punkt an der Kurve g—h, Fig. 12 (in Lösungen von Ab+An mit Or).

Aus einer später folgenden Erörterung über den Einfluß des Druckes ziehen wir den Schluß, daß ein etwas höherer oder niedriger Druck die Zusammensetzung der Punkte i, g oder der Kurven i—k,

Fig. 17.



g—h nur ziemlich unwesentlich verschieben wird. Dabei wird die Zusammensetzung der auskrystallisierenden Feldspate von der Art wie auch der Menge von fremden Komponenten (von Quarz, Glimmer usw.) etwas beeinflußt.

— Die obige theoretische Erörterung wird durch die Beobachtungen bestätigt.

In Gesteinen mit ganz überwiegend Or neben wenig Ab+An krystallisiert ein Orthoklas mit ziemlich wenig Ab+An; beispielsweise verweise ich auf die übrigens nicht in den Einzelheiten zuverlässigen Analysen Nr. 44—46.

Ferner ziehe ich aus zahlreichen Analysen von Orthoklas (mit Mikroklin, Sanidin) den Schluß, daß der aus Tiefengesteinen (mit vollständigem oder beinahe vollständigem Gleichgewicht zwischen Mischkrystall und Lösung) von der Zusammensetzung zwischen i (m)

Digitized by Google

und E_{Or-Ab} oder zwischen i—k und E_{Or-Ab}—E_{Or-An} wie auch aus Erguß- und Ganggesteinen (mit fehlendem oder unvollständigem Gleichgewicht) von der Zusammensetzung nahe an E_{Or-Ab} oder E_{Or-Ab}—E_{Or-An} resultierende primäre Orthoklas sich durch eine konstante oder beinahe konstante Ab- bzw. Ab+An-Menge (cfr. Punkt i, bzw. ein Punkt an der Kurve i—k) kennzeichnet. Ich benutze die Bezeichnung „primär", indem die Orthoklase sich bei späterer Abkühlung in der festen Phase „entmischen" mögen, unter Aussonderung von perthitischen Einlagerungen (siehe hierüber unten); die vorliegenden Analysen von Orthoklasen aus Graniten usw. beziehen sich auf Orthoklas mit diesen perthitischen Einlagerungen.

In der beistehenden Tabelle pag. 531 habe ich eine Reihe von hierhergehörigen Analysen von Orthoklas (mit Mikroklin und Sanidin) aus einigermaßen $Na_2O + CaO$-reichen Eruptivgesteinen zusammengestellt, wobei ich nur die Gehalte von Na_2O, CaO und K_2O anführe.

Die Analysen mit römischen Zahlen sind der Orthoklastabelle in Hintzes Handb. d. Min. entnommen und beziehen sich, wo nichts besonderes bemerkt ist, auf Orthoklase (mit den perthitischen Einlagerungen) aus Graniten. In der Tabelle von Hintze gibt es noch mehrere Analysen von Orthoklas aus Graniten und anderen einigermaßen Ab+An-reichen Eruptivgesteinen; aus Mangel an Platz habe ich nicht sämtliche dieser Analysen aufnehmen können; auch sind viele dieser Analysen fraglich oder mehr als fraglich. — Die obigen Analysen Nr. 28 b_1, 31 b, 33 b und 47 b—54 b sind hier abgedruckt. — Nr. 82—83 nach N. V. Ussing (l. c.); Mikroklin-Mikroperthit aus grönländischem Nephelinsyenit. — Die zum Schluß stehenden Analysen sind von Sanidin; mehrere oder alle dieser Analysen sind an etwas unreinem Material ausgeführt; dasselbe gilt auch von vielen der älteren Sanidinanalysen. — Nr. 84 nach F. Zambonini, Über Sanidin des Monte Cimino bei Viterbo, Rivista di Mineralogia etc., 1898, XX, pag. 20—64; Ref. in Zeitschr. f. Kryst. Min., 1900, XXXII, pag. 533; etwas unreines Analysenmaterial.

Die Analysen ordne ich im großen und ganzen nach steigender Na_2O-Menge; die Tabelle ergibt, daß die CaO-Menge im großen und ganzen, obwohl mit vielen Ausnahmen in den Einzelnheiten, mit steigender Na_2O-Menge abnimmt. So zeigen die Orthoklas- und Mikroklinanalysen:

Die 13 ersten Analysen (mit 2·36—2·76% Na_2O) durchschnittlich 0·75% CaO;

die 19 Analysen in der Mitte (mit 2·81—3·10% Na_2O) durchschnittlich 0·54% CaO;

die 13 letzten Analysen (mit 3·12—3·56% Na_2O) durchschnittlich 0·21% CaO.

Digitized by Google

		% Na_2O	% CaO	% K_2O
Monzonit, Predazzo	CXXXIX	2·36	1·05	12·26
	CXL	2·47	1·19	11·47
	CCV	2·34	0·88	13·06
	CXCIII	2·40	1·62	10·37
	LXXXI	2·45	0·84	12·68
	CXCVII	2·50	0·68	13·13
	CI	2·56	0·59	12·22
	CCII	2·58	0·36	13·05
	CCL	2·60	0·20	12·41
	CLXXXVI	2·73	0·80	12·34
	CLXXXI	2·57	0·23	13·42
	CXCII	2·75	0·68	10·30
	CCIV	2·76	0·68	12·53
	CCLVIII	2·81	0·10	13·05
	CCXLVIII	2·82	0·41	12·49
	50 b	2·88	0·70	10·58
	CCLI	2·89	0·37	11·88
	LXXXIV	2·89	0·44	12·40
	CCXI	2·92	0·60	13·72
	CCXII	2·95	0·73	12·75
	CLXXXII	2·95	0·70	11·39
	CCIL	2·99	0·76	9·88
	CLXXXIV	3·00	Sp.	12·73
	II	3·01	0·36	11·12
	CIII	3·02	0·16	10·07
	49 b	3·05	1·25?	11·22
	$53 b_1$	3·06	0·67	10·00
	CCLXXXV	3·06	0·33	11·94
Eläolithsyenit	CCLXXI	3·08	0·63	12·89
	CXCI	3·08	0·90	9·91
	48 b	3·08	0·74	11·73
	51 b	3·10	0·33	13·22
	LXXXV	3·12	0·15	11·66
	54 b	3·16	0·47	9·60
	XV	3·20	0·29	12·42
	CCXXII	3·25	—	11·75
	CLXXXV	3·26	Sp.	10·68
	47 b	3·30	0·52	11·05
Augitsyenit	CLI	3·40	—	11·95
	CX	3·46	0·59	11·23
	CIV	3·49	0·09	9·98
	52 b	3·52	Sp.	9·02
	$53 b_2$	3·60	0·59	11·40
Nephelinsyenit, Grönland	82	3·34	0·0	12·04
	83	3·56	0·0	13·09
Sanidine	31 b	2·54	1·18	12·00
	$28 b_1$	3·07	0·71	13·04
	LI	3·42	0·95	10·32
	33 b	3·53	0·39	9·45
	84	3·40	0·65	11·37

Digitized by Google

Bei der Beurteilung dieser Analysen muß bedacht werden:

1. Einige Analysen, besonders einige zuerst in der Tabelle stehende Analysen, stammen vielleicht aus relativ Ab+An-armen Tiefengesteinen; sie würden in diesem Falle nicht einen Orthoklas von der Zusammensetzung i, sondern von der Zusammensetzung zwischen 100% Or und i repräsentieren.

2. Mehrere der Analysen sind an unreinem Material ausgeführt.

3. Dann sind, wie die Summe von Na_2O, CaO und K_2O ergibt, sehr viele der Analysen mit nicht unwesentlichen Analysenfehlern behaftet; besonders betonen wir, daß die Bestimmung von Na_2O wegen der gebräuchlichen Analysenmethode (Differenzberechnung KCl+NaCl—KCl) mit einer doppelten Fehlerquelle verbunden ist. In der Bestimmung von Na_2O+CaO erreichen ziemlich sicher die zusammenaddierten Fehler in mehreren der Analysen soviel wie 0·5% oder etwas darüber.

Trotz diesen nicht unwesentlichen Mängeln in dem Analysenbeobachtungsmaterial darf man den Schluß ziehen, daß die Analysen sich durch eine beinahe konstante Or- und Ab+An-Menge kennzeichnen. Und zwar nähern sie sich ziemlich genau der Zusammensetzung 72% Or : 28% Ab+An. Die Orthoklase von dieser Zusammensetzung haben die folgenden Na_2O-, CaO- und K_2O-Gehalte:

	72 Or 28 Ab 0 An	72 Or 27 Ab 1 An	72 Or 26 Ab 2 An	72 Or 25 Ab 3 An	72 Or 24 Ab 4 An	72 Or 23 Ab 5 An	72 Or 22 Ab 6 An
% Na_2O . .	3·32	3·20	3·08	2·96	2·84	2·72	2·60
% CaO . . .	0·00	0·20	0·40	0·60	0·81	1·01	1·21
% K_2O . . .	12·19	12·19	12·19	12·19	12·19	12·19	12·19

Berücksichtigen wir nur die Na_2O+CaO-Gehalte, so betragen die Abweichungen der vorliegenden Orthoklas- und Mikroklinanalysen von dieser Zusammensetzung:

bei 11 Analysen zwischen 0·00 und 0·10%
„ 11 „ „ 0·11 „ 0·20 „
„ 7 „ „ 0·21 „ 0·30 „
„ 5 „ „ 0·31 „ 0·40 „
„ 6 „ „ 0·41 „ 0·50 „
„ 3 „ „ 0·51 „ 0·60 „
„ 2 „ „ 0·71 „ 0·80 „

Digitized by Google

— Auch die obigen Analysen von Sanidin, aus Trachyten, stehen der Zusammensetzung 72% Or: 28% Ab + An einigermaßen nahe. Mehrere der älteren Sanidinanalysen, wie z. B. Nr. 35 b, ergeben dagegen einen Überschuß von Ab oder Ab + An; dies dürfte wahrscheinlicherweise darauf beruhen, daß diese Sanidine in der äußeren Rinde aus einer eutektischen Or: Ab + An-Mischung bestehen.[1])

— N. V. Ussing (l. c.) hat schon früher die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, daß die Mikroklin-Mikroperthite aus den grönländischen Nephelin- und Sodalith-Syeniten, mit zugehörigen Pegmatitgängen, eine konstante Zusammensetzung ergeben, nämlich ziemlich genau 12 Or: 5 Ab oder 71·8 Or: 28·2 Ab. Dies ist eine Stütze für den obigen generellen Schluß.

— Durch zukünftige Präzisionsuntersuchungen wird es ziemlich sicher gelingen, die Zusammensetzung des Punktes i ganz genau festzustellen; ich fühle mich jedoch davon überzeugt, daß der Wert 72 Or: 28 Ab einigermaßen korrekt ist. — Vorläufig gehe ich davon aus, daß etwas An ohne Zahlenverschiebung etwas Ab ersetzen kann, oder, graphisch ausgedrückt, daß die Kurve i—k in der nächsten Nähe von i eine gerade Linie ist, und zwar eine gerade Linie parallel Ab—An.

— In Gesteinen mit überwiegend Ab + An neben etwas Or krystallisiert zuerst ein Plagioklas mit einer relativ ganz stark verminderten Or-Menge; so ergeben die in der Tabelle pag. 503 angeführten Or: Ab: An-Verhältnisse in dem Gestein und in dem „ersten" Plagioklas eine Reduktion der Or-Menge in dem Plagioklas zu meist ungefähr einem Viertel oder zwischen einem Viertel oder einem Drittel.[2])

[1]) In dieser Verbindung verweise ich auf die Beschreibung von Osann (l. c., d. Zeitschr., XV, pag. 436) von den Sanidineinsprenglingen im Paisanit (die obige Analyse Nr. 63): „Außerordentlich charakteristisch für die mikroskopische Beschaffenheit dieser Feldspate sind die mikroperthitischen (zum Teil wohl auch kryptoperthitischen) Verwachsungen mit einem sauren Plagioklas. Die äußerst feinen, erst bei starker Vergrößerung zu beobachtenden Lamellen des letzteren häufen sich besonders in den randlichen Partien des Kalifeldspates und keilen meistens nach dem Innern zu aus, so daß dann die zentralen Teile vollständig homogen erscheinen." — Das optische Verhalten „macht es wahrscheinlich, daß bei den scheinbar lamellenfreien Stellen die mikroperthitische Verwachsung in eine kryptoperthitische übergegangen ist, wie dies Brögger für die Mikro- und Kryptoperthite aus den südnorwegischen Syenitpegmatitgängen nachwies".

[2]) Dies gilt von den von Lagorio, Fouqué, Emmons und Iddings-Hague ausgeführten oder veröffentlichten Analysen. Eine viel kleinere Verminderung der

Digitized by Google

In der nachstehenden Tabelle stelle ich zusammen einige Analysen von Albit (Albit-Oligoklas), Oligoklas und Andesin, beinahe alle aus Graniten (Nr. LVII aus Protogin; Nr. XIII aus Syenit).

		% Na_2O	% CaO	% K_2O
	49e	8·71	1·21	1·56
	51e	7·94	1·81	2·16
	52e	8·12	2·50	1·93
Aus Rapakiwi, Finnland	CVII	8·13	0·39	2·40
	CV	6·14	1·30	2·72
	CVI	5·26	1·65	2·52
	CIV	7·89	2·97	2·00
	CIII	6·51	5·78	1·87
	I	7·66	2·52	2·17
	50e	7·20	4·64	2·06
	LVII	6·88	3·23	2·31
Aus Granit, Irland (Haughton)	LXII	6·46	5·96	1·76
	LXIII	6·48	4·65	2·38
	LXIV	7·04	5·62	1·66
(Andesin)	XIII	7·20	4·64	2·06

Die römischen Zahlen beziehen sich auf die in Hintzes Handb. d. Min. zusammengestellten Analysen von Oligoklas (die letztere jedoch von Andesin). Bezüglich LXII—LXIV cf. Nr. 49e. Mehrere der Analysen sind ziemlich alt und die Fehler der Analysen sind ziemlich sicher in mehreren Fällen nicht unwesentlich.

Diese Analysen nähern sich dem Verhältnis 12 Or : 88 Ab + An. Diesem Verhältnis entspricht die Zusammensetzung:

	12 Or 88 Ab 0 An	12 Or 83 Ab 5 An	12 Or 78 Ab 10 An	12 Or 73 Ab 15 An	12 Or 68 Ab 20 An	12 Or 63 Ab 25 An
% Na_2O	10·42	9·83	9·24	8·64	8·05	7·46
% CaO .	0·00	1·01	2·01	3·02	4·02	5·03
% K_2O .	2·03	2·03	2·03	2·03	2·03	2·03

Die Abweichungen in bezug auf den K_2O-Gehalt von dieser Normalzusammensetzung betragen bei den in der obigen Tabelle aufgeführten 15 Analysen:

Or-Menge in dem Plagioklas finden wir in den drei von Siemiradzki ausgeführten Analysen, welche vielleicht weniger zuverlässig sind.

Digitized by Google

bei 7 Analysen zwischen 0·00 und 0·20%
„ 5 „ „ 0·21 „ 0·40 „
„ 3 „ „ 0·41 „ 0·69 „

Es ist hier vorausgesetzt, daß die Kurve g—h (Fig. 12) in der Nähe von g eine gerade Linie sein sollte, und zwar eine gerade Linie parallel Ab—An; in der Tat ist diese Voraussetzung nicht ganz korrekt. — Die Zusammensetzung des Punktes h wird sich experimentell feststellen lassen; bei den zur Zeit zur Verfügung stehenden experimentellen Arbeitsmethoden wird es aber nicht gelingen, die Zusammensetzung des Punktes g zu fixieren.

— Die hier ausgeführten Bestimmungen von dem maximalen Gehalt von Ab + An im primären Orthoklas, nämlich zirka 28% Ab + An, und von Or in sauren und intermediären Plagioklasen, nämlich zirka 12% Or, sind mit Fehlerquellen, und zwar die letztere Bestimmung mit nicht unwesentlichen Fehlerquellen verknüpft; sicher ist aber, daß die letztere Prozentmenge bedeutend kleiner als die erstere ist.

Zusammenstellung der Resultate:

Zusammensetzung von:

primärem Orthoklas mit Max. von Ab+An
(Punkt i) . . . . . ca. 72% Or : 28% Ab+An
der eutektischen Grenze Or : Ab+An (Punkt
E_{Or-Ab}) . . . . . ca. 42% Or : 58% Ab+An
Plagioklas mit Max. von Or (Punkt g) . . ca. 12% Or : 88% Ab+An

Der eutektische Punkt zwischen Or und Ab (oder Ab+An) liegt folglich ziemlich genau in der Mitte zwischen i und g; hierauf kommen wir unten zurück.

Bei der gleichzeitigen Krystallisation von Plagioklas und Orthoklas in Lösungen von der Zusammensetzung E_{Or-Ab}—E_{Or-An} geht relativ mehr An als Ab in den Plagioklas hinein; folglich muß relativ mehr Ab als An in den Orthoklas hineingehen.

Dies wird durch die Beobachtungen bestätigt. Beispielsweise führen so die Plagioklase in dem Trachyt vom Monte Amiata (Analyse Nr. 28—31) etwas mehr An als Ab; die Sanidine desselben Gesteins dagegen vier- bis sechsmal soviel Ab als An. Und die Plagioklase aus den Graniten Nr. 50, 51 und 52 führen mit runden Zahlen 1·5-, 4- und 3·25mal soviel Na_2O wie CaO; die primären

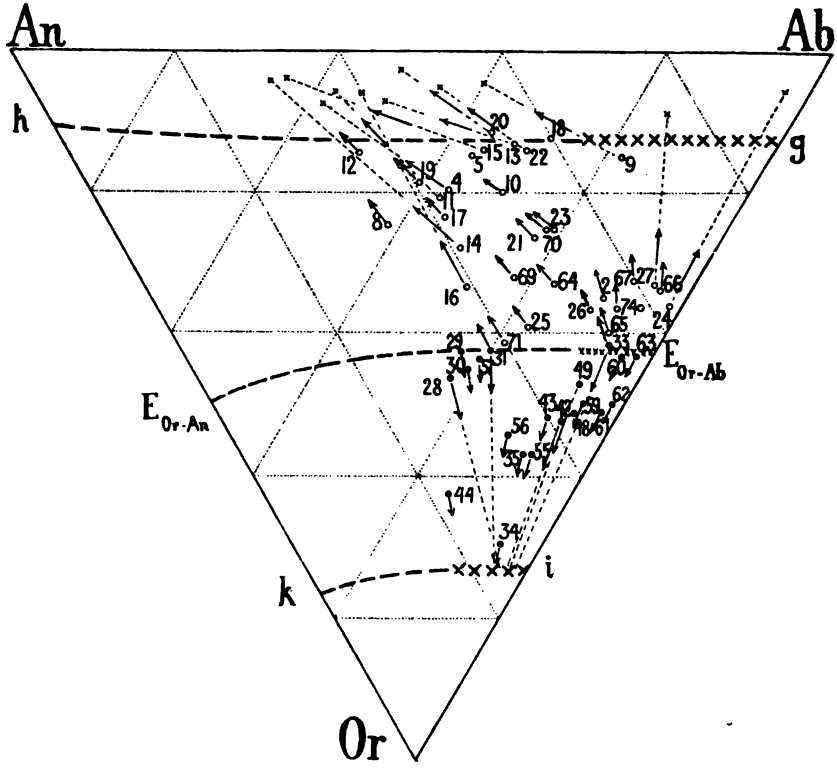
Digitized by Google

Orthoklase aus denselben Graniten dagegen vier-, neun- und „sehr viel"-mal soviel Na_2O wie CaO.[1])

Übersicht über die Beziehung zwischen dem Or : Ab : An-Verhältnis in der Lösung und in dem resultierenden Mischkrystall.

Diese Übersicht erleuchte ich graphisch in Fig. 18, wo die präsumptiv besten der obigen Analysen eingetragen sind.

Fig. 18.



Das Or : Ab : An-Verhältnis in den Lösungen bezeichne ich durch einen Ring (offen), bzw. Zirkel (vollschwarz); Ring bedeutet Lösung, aus welcher zuerst Plagioklas, und Zirkel Lösung, aus welcher Orthoklas zuerst auskrystallisiert ist. Lösungen, aus denen alle beiden Arten von Feldspaten gleichzeitig oder beinahe gleich-

[1]) Die Analyse Nr. 49 b kann nicht berücksichtigt werden, indem die CaO-Bestimmung hier unzweifelhaft viel zu hoch ist; das ganze Gestein ergibt nur 0·69% CaO, die zwei Feldspate dagegen 1·25, bzw. 1·21% CaO.

Digitized by Google

zeitig krystallisiert sind, sind mit Pfeilen nach beiden Richtungen hin angegeben (siehe Nr. 31, 33).

Die Zusammensetzung des resultierenden Feldspats ist durch ein Kreuz bezeichnet; die zusammengehörigen Punkte der Lösung und des Feldspats sind durch eine Linie mit Pfeilen angezeigt.

Die maximalen Gehalte von Or im Plagioklas und von Ab+An im Orthoklas sind, auf Grundlage der Tabellen pag. 531 und 534, durch zwei durch eine Reihe Kreuze bezeichnete Linien angegeben; die Beobachtungen erlauben uns diese zwei Linien nur in der Nähe von Or—Ab, nahe an i und g, auszuziehen; die Reststrecken dieser Linien nach k und h sind nicht bestimmt und deswegen nur punktiert ausgezogen.

Das Aufziehen der eutektischen Grenze basiere ich auf die Tabelle der Analysen der eutektischen Feldspate mit dem Resultat 58% Or : 42% Ab oder 58% Or : 42% Ab+An, wo jedoch An höchstens etwa 10% beträgt. Der weitere Verlauf dieser Kurve ist noch nicht bestimmt und ist aus diesem Grunde nur durch eine punktierte Linie angedeutet. — Weil Anorthit einen viel höheren Schmelzpunkt als Orthoklas hat, darf man vermuten, daß E_{Or-An} nicht in der Mitte zwischen k und h liegen wird, sondern näher an k (Or) als an h (An).

Über die Entstehung der perthitischen Einlagerungen.

Zur Erörterung beginne ich mit einigen Literaturzitaten:

H. Rosenbusch (Die petrogr. wichtigsten Minerale, 4. Aufl., I, 2, 1905, pag. 324): „Die perthitische Verwachsung von Mikroklin und Albit ist nicht immer eine ursprüngliche. Es läßt sich in vielen Fällen sicher erkennen, daß sie ein sekundäres Phänomen ist, wahrscheinlich bedingt durch den Zerfall eines Kalinatronfeldspats in Kalifeldspat und Natronfeldspat. Dieser Zerfall dürfte in vielen Fällen mit orogenetischen Vorgängen verknüpft gewesen sein, wie schon J. Lehmann (1884) . . . aussprach." — „Auf eine Abhängigkeit der charakteristischen Mikroklinstruktur von den albitischen Einlagerungen machen fast alle Autoren aufmerksam, die sich mit Mikroklinmikroperthit beschäftigt haben. In der unmittelbaren Umgebung der Albitbänder pflegt die Gitterstruktur des Mikroklins deutlicher zu sein."

Digitized by Google

O. Wenglein (Über Perthitfeldspate[1]), Inaug.-Diss., Kiel 1903): „Die Mikroklingitterung ist als eine nachträgliche Bildung aus Orthoklas anzusehen, die Ursache der Entwicklung dieser Form waren in der Hauptsache durch erhöhte Temperatur hervorgerufene Spannungen, welche bei ihrer Auslösung Kontraktionen mit daraus resultierender molekularer Umlagerung und Zwillingsstruktur zur Folge hatten. . . . Ebenfalls späteren Ursprungs sind die in dem Kalifeldspat eingelagerten perthitischen Albitlamellen. Sie können ihr Material einerseits aus der natronhaltigen Grundmasse bezogen haben, in der sie als Schnüre wiederzufinden sind, indem längs Kontraktionssprüngen zirkulierende Wässer oder mineralische Lösungen den Natrongehalt aus den angrenzenden Gebieten auslaugten und an Ort und Stelle zur Ausscheidung brachten . . . Andrerseits, und dies ist bei den Perthiten jedenfalls die hauptsächlich verbreitete Entstehungsart, haben sich Albitsolutionen auf den Kontraktionssprüngen . . . Eingang verschafft, nachdem vielleicht vorher ätzende Lösungen die Spalten erweiterten."

F. Becke (Ref. der Abhandlung von Wenglein in N. J. f. M., 1904, I, pag. 357): „Dem Ref. (B.) erscheint allerdings die Ansicht, daß die Mehrzahl der perthitischen Albiteinlagerungen, namentlich aber die mikroperthitischen und kryptoperthitischen, durch molekularen Zerfall einer früher vorhandenen physikalisch-homogenen Mischung von K- und Na-Feldspat entstanden sei, wahrscheinlicher als die vom Verf. (W.) bevorzugte der Einwanderung des Albits in Kontraktionsrisse der Orthoklase von außen."

— Durch die Untersuchungen vieler Petrographen ist festgestellt worden, daß die perthitischen Einlagerungen[2]) in Orthoklas-

[1]) Hier findet sich eine ausführliche historische Übersicht über die früheren Auffassungen über die Beziehung zwischen Orthoklas und Mikroklin, über die Entstehung der perthitischen Einlagerungen und über die Beziehung zwischen Perthit und Mikroklin.

[2]) Die Größe der in der Regel ziemlich zackigen und verzweigten Adern, Schnüre, Bänder und Flecke der perthitischen Lamellen schwankt zwischen den kleinsten u. d. M. zu beobachtenden Dimensionen bis zu einer Breite von 0·5—0·75 *mm*, gelegentlich auch darüber. Die breiten Albitlamellen in einem Mikroklin (Amazonit) von Pikes Peak, mit einer relativ sehr grobkrystallinen Gitterstruktur, sind gelegentlich von tafelförmigen, bis 1·5—4 *mm* langen, teils in dem Mikroklin und teils in den Lamellen eingelagerten Krystallen von Albit begleitet; diese Albitkrystalle, welche in Zügen nacheinander folgen und welche in inniger Verbindung mit den adernförmigen Albitlamellen stehen, sind ebenfalls unzweifelhaft derselben sekundären Entstehung wie die Lamellen von Albit.

Digitized by Google

Mikroklin jedenfalls in vielen Fällen ein sekundäres Phänomen sind; weil eine und dieselbe physikalisch-chemische Erscheinung wie die Perthitaussonderung durch eine einheitliche Entstehung erklärt werden muß, mag die Perthitstruktur nicht bald primär, bald sekundär sein, sondern sie muß durchgängig sekundär sein.

Aus den schon von vielen früheren Forschern hervorgehobenen Gründen zieht sich der Schluß, daß das chemische Material zu den perthitischen Albitlamellen (oder im allgemeinen Ab-reichen Plagioklaslamellen) der Orthoklas- und Mikroklinmikroperthite aus dem ursprünglichen Feldspat herstammt. Als Bestätigung von der Richtigkeit dieses Schlusses führe ich an, daß die in genügend Ab + An-reichen Graniten usw. auftretenden „primären" Orthoklase (s. pag. 530) — also die Orthoklase mit den perthitischen Albitlamellen — sich durch eine konstante oder beinahe konstante Ab- oder Ab + An-Menge kennzeichnen; und ferner, daß die in den Orthoklasen und Mikroklinen dieser Gesteine vorhandene Perthitmenge, insoferne es möglich ist, diese Menge bei der mikroskopischen Untersuchung von Schliffen nach M (O P) quantitativ zu schätzen, einigermaßen konstant ist; und zwar beträgt die Perthitmenge im allgemeinen etwa 15 oder 15—20%, im Verhältnis zu dem ganzen ursprünglichen Feldspate.[1])

Aus der sekundären Aussonderung der Perthitlamellen, mit chemischem Material aus dem primären Ab + An-haltigen Kalifeldspat herstammend, folgt, daß diese Aussonderung in der festen Phase stattgefunden hat.

Derartige Umwandlungen in der festen Phase sind bekanntlich in den späteren Jahren von den physikalischen Chemikern in großer

---

[1]) Den letzteren Schluß basiere ich auf das Studium einer Reihe mikroskopischer Präparate von Orthoklas- und Mikroklinmikroperthiten, die mir Prof. R. Brauns (Kiel) in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hat; die Präparate gehörten dem Originalmaterial zu Wengleins oben zitierter Doktoralabhandlung (1903) an.

Wenn man eine genügend große Partie eines Schliffes von Orthoklas- oder Mikroklinmikroperthit nach O P untersucht — nämlich bei ganz feinkörnigen Adern usw. eine Partie mit Radius etwa 0·5—1 *mm* und bei grobkörnigen Adern usw. eine Partie mit Radius etwa 5—10 *mm* —, findet man in jedem Schliffe nach Ermessen dieselbe quantitative Perthitmenge. Auch zeigen eine ganze Reihe verschiedener Schliffe nach Augenmaß ziemlich genau dieselbe quantitative Perthitmenge. — Durch zukünftige Präzisionsuntersuchungen wird man die Perthitmenge exakt feststellen können.

Digitized by Google

Ausdehnung erforscht worden; und zwar spielt diese Erscheinung bei den Metallen, z. B. bei Eisen und Stahl, eine überaus wichtige Rolle.

Besonders verbreitet ist dieses Phänomen bei den zu Typus IV und V gehörigen Mischkrystallkombinationen; und zwar sind hier zwei Hauptfälle zu unterscheiden:

1. Die zuerst gebildeten α-Mischkrystalle mögen bei der Abkühlung sich in β-Mischkrystalle umwandeln; hierbei sind eine ganze Reihe von Spezialfällen möglich.[1])

2. Es mag bei sinkender Temperatur eine Entmischung der a-, bzw. der b-Mischkrystalle längs der Linien I—N, bzw. G—M (Fig. 11, 17) eintreten, wodurch zum Schluß Grenzkrystalle von der Zusammensetzung N, bzw. M resultieren. Falls die Linien I—N, G—M den in Fig. 11 angegebenen Verlauf haben, ist eine Entmischung sowohl der a- wie der b-Mischkrystalle eine notwendige Folge der Abkühlung; falls die Linien dagegen wie in Fig. 17 verlaufen, wird nur eine Entmischung der a-Mischkrystalle, nicht aber der b-Mischkrystalle stattfinden. — Dabei ist auch zu berücksichtigen, daß eine Unterkühlung in der festen Phase sich, besonders bei relativ schneller Abkühlung, geltend machen kann, und zwar mit der Folge, daß die Entmischung nicht zustande kommt.[2])

Die Beziehung zwischen Orthoklas und Mikroklin ist noch nicht sicher festgestellt. Die Analogie zwischen der Gitterstruktur des Mikroklins und z. B. der Lamellierung des β-Leuzits (siehe pag. 460) — bei einer Temperatur unterhalb ca. 560° — wie auch die nahe Verknüpfung zwischen der Mikroklinstruktur und den Albitlamellen spricht dafür, daß Orthoklas und Mikroklin zwei physikalisch verschiedenartige Mineralien sein sollten; dieser Auffassung zufolge wäre der Orthoklas als ein α-Mischkrystall (mit bis zu ca. 72% Or und 28% Ab + An) und der Mikroklin als ein β-Mischkrystall (mit einer niedrigeren Ab + An-Menge) zu betrachten und die bei eintretender Abkühlung stattgefundene Umwandlung von dem α- bis zu dem β-Mischkrystall unter Aussonderung von Perthitlamellen könnte dem durch Fig. 9 in Roozebooms oben zitierter Abhandlung (Zeitschr. f. phys. Chem., XXX, pag. 421) illustrierten Fall zugehören.

[1]) Siehe Roozeboom, Zeitschr. f. phys. Chem., XXX, 1899, pag. 424—429; siehe auch oben pag. 461.

[2]) Ich verweise in dieser Verbindung auf das Härten des Stahles: bei langsamer Abkühlung tritt eine Umwandlung ein, bei schneller Abkühlung dagegen nicht.

Digitized by Google

Wichtige Gründe lassen sich andrerseits für die von Michel Lévy 1879 aufgestellte und von vielen späteren Forschern angenommene Auffassung anführen, nämlich daß Orthoklas und Mikroklin physikalisch identisch sind, indem der Orthoklas aus einer submikroskopisch feinen Übereinanderlagerung asymmetrischer Lamellen nach dem Albit- und Periklingesetz gebaut ist.

Unter dieser Voraussetzung ist die Aussonderung der perthitischen Lamellen einfach als eine Entmischung, durch Fig. 17 erleuchtet, zu erklären. Bei der bei der Krystallisation aus Magmen herrschenden Temperatur mag der Kalifeldspat-Mischkrystall ziemlich viel, nämlich etwa 28% Ab oder Ab+An aufnehmen; bei niedrigerer Temperatur dagegen kann der Kalifeldspat-Mischkrystall nicht so viel Ab oder Ab+An enthalten; der Überschuß scheidet sich folglich aus und wir bekommen zum Schluß (bei gewöhnlicher Temperatur) aus dem primären Orthoklas von der i-Zusammensetzung einen Orthoklas von der N-Zusammensetzung nebst Albit (oder im allgemeinen Plagioklas) von der M-Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung des N-Orthoklases wird sich analytisch feststellen lassen; N dürfte wahrscheinlich aus etwa 90 (oder 90—85)% Or: 10 (oder 10—15)% Ab oder Ab+An bestehen.

Als Konsequenz dieser Erörterung folgt, daß der bei niedriger Temperatur, z. B. durch Auskrystallisation aus wässeriger Lösung, gebildete Orthoklas nur eine relativ kleine Ab- oder Ab+An-Menge enthalten mag; eine Bestätigung hiervon finden wir darin, daß die Adulare nur ziemlich wenig Ab oder Ab+An führen.[1])

Der petrographischen Erfahrung zufolge wird die Aussonderung der Perthitlamellen durch Druck befördert; dies könnte darauf beruhen, daß hoher Druck im hiesigen Falle die molekulare Beweglichkeit begünstigen dürfte. — Und daß die Perthitlamellen im Sanidin fehlen oder nur ausnahmsweise entwickelt sind, dürfte sich dadurch erklären, daß die Aussonderung aus der festen Phase nur unter gewissen Druck- und Zeitbedingungen möglich ist.

Die in der festen Phase stattfindende Entmischung der zum Typus IV und V gehörigen Mischkrystalle ist bei vielen Mineralien von Bedeutung.

Als Beispiel nehme ich die in Eruptivgesteinen auftretenden Enstatit-Bronzit-Hypersthene, die häufig ganz feine Lamellen

[1]) Diese Bestätigung setzt voraus, daß die Adulare aus Lösungen, die neben K_2O auch einigermaßen viel Na_2O enthalten, auskrystallisiert sind.

Digitized by Google

von Augit, entsprechend den Perthitlamellen im Orthoklas-Mikroklin, führen. Eine auffallende Anzahl von Analysen von rhombischen Pyroxenen, zum Teil mit mikroskopisch feinen Augitlamellen, zeigen ca. 2—2·50% CaO, was eine ursprüngliche isomorphe Beimischung von etwa 12—15% $CaMgSi_2O_6$ oder $CaFeSi_2O_6$ angibt (siehe pag. 487). Bei der Abkühlung tritt aber eine Entmischung ein längs der Kurve I—N (Fig. 10) und es resultieren rhombische Pyroxene von der Zusammensetzung N und feine Lamellen von monoklinem Pyroxen von der Zusammensetzung M.

Übersicht einiger Kombinationen von Mineral-Mischkrystallen.

	Es gehören	zum Erstarrungstypus
Olivin	$Mg_2SiO_4 : Fe_2SiO_4$	I
Metasilikat-(Pyroxen-)Reihe	$CaMgSi_2O_6 : CaFeSi_2O_6$	I
	$CaMgSi_2O_6 : NaFeSi_2O_6$	I
	$CaFeSi_2O_6 : NaFeSi_2O_6$	I (?)
	$CaMgSi_2O_6 : CaSiO_3$	V
	$CaMgSi_2O_6 : Mg_2Si_2O_6$	IV
	$CaFeSi_2O_6 : CaSiO_3$	IV (?)
	$CaFeSi_2O_6 : Fe_2Si_2O_6$	V
	$Mg_2Si_2O_6 : Fe_2Si_2O_6$	I
	$Mn_2Si_2O_6 : Fe_2Si_2O_6$	V
Melilithe	$Ca_4Si_3O_{10} : (Ca,Mg)_4Si_3O_{10}$	I
	Åkermanit : Gehlenit	I
Feldspate	$CaAl_2Si_2O_8 : NaAlSi_3O_8$	I
	$KAlSi_3O_8 : NaAlSi_3O_8$	V
	$KAlSi_3O_8 : CaAl_2Si_2O_8$	V
Spinell	$MgAl_2O_4 : FeAl_2O_4, MgFe_2O_4$	I

Einige dieser Bestimmungen sind freilich etwas fraglicher Natur. So ist es möglich, daß einige derjenigen Kombinationen, die ich zu Typus I hinzugerechnet habe, in der Tat entweder zu III mit Minimum in der nächsten Nähe der leichter schmelzbaren Komponente oder zu II mit Maximum in der nächsten Nähe der schwerer schmelzbaren Komponente gehören.

Oben in dieser Arbeit sind die Kombinationen $Mg_2SiO_4 : Fe_2SiO_4$, $Mg_2Si_2O_6$ (Enstatit) : $CaMgSi_2O_6$ (Diopsid), An : Ab, Or : Ab und Or : An besprochen. Bezüglich der anderen Kombinationen verweise ich auf die Erörterung in Silikatschmelzlösung I und II. (Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Register.

(A) = Analyse, (R) = Referat, (V) = Vortrag.

Seite

Aarmassiv (Mittleres), Gesteine des — (A) . . . . . 45—112
Achsenwinkel, Messung des - - aus der Hyperbelkrümmung . . . . . 35—44
Aeschynit 136
Albit-Anorthit, Schmelzpunkt und Ausscheidungsfolge 508
Alkalische Reaktion der Minerale . . 417
Alluvium, Böhmisches Mittelgebirge . 292
Ammoniumsalze (Doppelsulfate), Krystalltracht 385
Amphibol s. a. Hornblende.
Amphibolit, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 78
Analcim 327
— Böhmisches Mittelgebirge 294
Analyse von Amphibolit, Sustenhörner (Aarmassiv) 87
— von Aplit, Sustenhörner (Aarmassiv) 83
— von Beckelith 120
— von Bostonit, Böhm. Mittelgebirge 302
— von Cordierithornfels 187
— von Dioritporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) 92
— von Dognácskait 118, 323
— von Feldspaten 490
— von Feldspatbasalt, Böhmisches Mittelgebirge 274
— von Gauteit, Böhm. Mittelgebirge . 303
— von Granit, Sustenhörner (Aarmassiv) 56, 57
— von Granitporphyr, Sustenhörner (Aarmassiv) 72
— von Hornblende, Lukow 271
— von Hornblendedioritporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) 95

Seite

Analyse von Hornblendeminette, Sustenhörner (Aarmassiv) 77
— von Labrador-Augitporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) 104
— von Limburgit 214
— von oberturonen Mergel . . 260, 262
— von Olivin, Kapfenstein 315
— von Phonolith, Böhmisches Mittelgebirge 287
— von Phonolithgestein 216
— von Plänerkalk 260
— von Pyroxenen 487
— von rhomb. Pyroxenen, Kapfenstein 316
— von Sandstein 223
— von Sodalithtephrit, Böhmisches Mittelgebirge 281
Anneroedit 136
Anorthit-Albit, Schmelzpunkt und Ausscheidungsfolge 508
Anorthoklas s. a. Kryptoperthit.
Aplit, Fichtelgebirge, Kössein 351
— Sustenhörner (Aarmassiv) (A) . . 83
Apophyllit 327
— Kontraktionsfiguren 203
— Pseudomorphose von Quarz nach — 327
— Radzein 129
Aragonit, Böhmisches Mittelgebirge . 294
Augit, Böhmisches Mittelgebirge . . 294
Ausscheidungsfolge der Komponenten in Eruptivgesteinen 437
Ausstellung von Mineralen 118, 135, 239, 326, 332

Baryt, Schlaggenwald 335
Basalte, Böhm. Mittelgebirge (A) 272—277
Basalttuff, Böhmisches Mittelgebirge . 270

Digitized by Google

Seite

Bastnäsit 135
Becke F.: Die Skiodromen, ein Hilfsmittel bei der Ableitung der Interferenzbilder . . . . . 1—34
— Messung des Winkels der optischen Achsen aus der Hyperbelkrümmung 35 bis 44
— Über eine neue Methode der Achsenwinkelmessung (V) 113
Beckelith (A) 120
Bergseife, Böhmisches Mittelgebirge . 294
Bertrandit 333
Berwerth F.: Über Nephrit u. Jadeit (V) 228
Bildstein 239
Biotit, Böhmisches Mittelgebirge . . . 294
— Schlaggenwald 335
Böhmisches Mittelgebirge, Karte des — (Blatt XI, Kostenblatt—Milleschau) (A) . . . . . 249—298
— Mineralvorkommen 294
Bostonit, Böhmisches Mittelgebirge (A) 300
Braunkohle, Böhmisches Mittelgebirge 267
Brauns R.: Mineralogie (R) 156
Bronzit s. a. Pyroxen.
Buchit, Einschlüsse von — in Nephelinbasalt, Jakuben 143

Calcit, Böhmisches Mittelgebirge . . 295
Chabasit 327
— Kontraktionsfiguren 210
Chalkolamprit 136
Charakter der Doppelbrechung . . . 31
Clotten F. E.: Die Zinn und Wolframvorkommen von Nord-Queensland (V) 137
Cölestin Häring 114
Columbit 135
Cordierit im Hornfels 356
Cordierithornfels, Rican (A) 187
Cordylit 135
Cornu F.: Enallogene Einschlüsse aus dem Nephelinbasalt von Jakuben in Böhmen 143
— Konktraktionsfiguren u. regelmäßige Kontraktionsrisse beim Behandeln von Zeolithen mit Säuren 199

Seite

Cornu F.: Über den Zeophyllit von Radzein im böhm. Mittelgebirge (V) 127
— Über Hibschit (V) 327
— Versuche über die saure und alkalische Reaktion von Mineralien, insbesondere der Silikate 417
— Zur Kenntnis des Schlaggenwalder Mineralvorkommens 334

Desmin 327
— Kontraktionsfiguren 208
Diamant 118
Diluvium, Böhmisches Mittelgebirge . 290
Diopsid s. a. Pyroxen.
Dioritporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 90
Dispersion an rhombischen Pyroxenen 140
Dispersionsbestimmung 339
Doelter C.: Physikalisch-chemische Mineralogie (R) 436
Dognácskait (A) 118
— Analyse 323
Doppelbrechung, Charakter der — . 31
Doppelsulfate, Veränderung der Krystalltracht der — durch Lösungsgenossen . . . . . 359—416
Duparc L. et L. Mrazec, Le Minerai de fer de Troitsk (R) 154
— et F. Pearce: Recherches géologiques et petrographiques sur l'Oural du Nord (R) 153

Einschlüsse im Granit von Kössein, Fichtelgebirge 345
— im Nephelinbasalt, Jakuben . . . 143
Eisenglanz, Schlaggenwald 334
Enstatit s. a. Pyroxen.
— Dispersion 140
Eruptivgesteine, Gesetze der Krystallisationsfolge in — 437
Essexit, Salische Ganggesteine des —, Böhmisches Mittelgebirge (A) 299—308
Euklas 329, 333
Eutektische Feldspate, Zusammensetzung der — 523

Digitized by Google

Seite

Euxenit 136
Exkursion in das elektrotechnische Institut 240
— in die k. k. geologische Reichsanstalt 334
— nach Göttweig 338

Feldspatbasalt (A), Böhmisches Mittelgebirge 272
Feldspate, Ausscheidungsfolge der — in Eruptivgesteinen 489
Fergusonit 136
Fichtelgebirge, Granit 345
Ficker G.: Grundlinien der Mineralogie und Geologie für Gymnasien (R) . 248
Fischer O.: Über einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites aus der Umgebung der Sustenhörner (Mittleres Aarmassiv) (A) . . . . . 45—112
Fluocerit 135
Fluorit, Perimorphose von — nach einem Karbonat 335

Gabbro, Višegrad 309
Gadolinit 136
Ganggesteine, Salische — des Böhmischen Mittelgebirges (A) . . 299—308
Gauteit, Böhmisches Mittelgebirge (A) . 303
Gerhart Hilda: Krystalltracht der Doppelsulfate (V) 328
— Über die Veränderungen der Krystalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen . . . . . 359—416
Geschwindigkeitsellipsen 2
Glaukonit, Böhmisches Mittelgebirge . 295
Gneis, Böhmisches Mittelgebirge . . . 255
Granat, Pseudomorphose von — nach Vesuvian 336
Granit, Kössein, Fichtelgebirge . . . 345
— Sustenhörner (Aarmassiv) (A) . . 50
Granitporphyr, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 60
Graphit 119

Seite

Graphitoid 119
Goldschmidt V.: Berechnung der Positionswinkel φ ρ für veränderte Aufstellung 183
— Quarzzwilling nach r = 10 . . . 157
— Über die Zwillingsgesetze des Quarz 167
— Über einen Quarzzwilling nach R. (V) 322
Groth P.: Physikalische Krystallographie und Einleitung in die krystallographische Kenntnis der wichtigsten Substanzen (R) . . . 247

Häring, Cölestin 114
Hatchettolit 136
Hauyn, Böhmisches Mittelgebirge . . 295
Hauyntephrit, Böhmisches Mittelgebirge 280
Heulandit 327
— Kontraktionsfiguren 209
Hibsch J. E.: Die salischen Gesteine der Ganggefolgschaft des Essexit im Böhmischen Mittelgebirge (A) 299 bis 308
— Geologische Karte des Böhmischen Mittelgebirges (Blatt XI, Kostenblatt—Milleschau) (A) . . . 249—298
Hibschit, Vortrag über — 327
Hoff A. v.: Biographie (R) 155
Hornblende, Böhm. Mittelgebirge 271, 295
— (A) Lukow 271
Hornblendedioritporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 93
Hornblendeminette, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 74
Hornfelse, Einschlüsse von — im Granit 353
Hypersthen, Dispersion 140

Interferenzbilder, Ableitung der — durch die Skiodromen . . . . 1—34
Isogyren, Ableitung der — aus den Skiodromen 9

Jadeit 228, 239
Jakuben, Böhmen. Einschlüsse . . . 143

Digitized by Google

Seite

Koechlin R.: Über den Cölestin von Häring in Tirol (V) 114
— Über den österreichischen Euklas (V) 329
Kalinatronfeldspat s. a. Kryptoperthit.
Kaliumsalze (Doppelsulfate), Krystalltracht 367
Kalkspat s. a. Calcit.
Kapfenstein, Olivin (A) 315
— Rhombischer Pyroxen (A) 316
Kössein, Granit 345
Kontakt (Cordierithornfels), Rican (A) 187
Kontaktminerale von Schlaggenwald . 336
Kontraktionsfiguren an Zeolithen . . 199
Koppit 136
Kreideformation, Böhm. Mittelgebirge 256
Kreutz St.: Über die Ausbildung der Krystallform bei Zwillingen von Kalkspat (V) 323
Kryptoperthit, Natur des — 523
Krystallisationsfolge, Gesetze der — in Eruptivgesteinen 437
Krystallisationsvorgänge in Lösungen 438
Krystalltracht, Veränderung der — der Doppelsulfate durch Lösungsgenossen 359
Kupferammoniumsulfat, Krystalltracht 406
Kupferkaliumsulfat, Krystalltracht . 399
Kupfersalze (Doppelsulfate), Krystalltracht 399

Labrador-Augitporphyrit, Sustenhörner (Aarmassiv) (A) 96
Labrador, Optische Orientierung . . 191
Lacroix A.: La Montagne Pelée et ses Eruptions (R) 151
Lanthanit 135
Laumontit 327
— Kontraktionsfiguren 210
Leuzitbasalt, Böhmisches Mittelgebirge 275
Limburgit, Analyse von — 214
Lindner A., Gesteinsanalysen von — 213
Literatur 146, 241, 342, 434
Loehr v.: Mitteilungen über die Fundorte von Seisser Zeolithen (V) . . 321

Seite

Lösungsgenossen, Einfluß der — auf die Krystalltracht der Doppelsulfate 359
Luczizky Wladimir: Der Granit von Kössein im Fichtelgebirge und seine Einschlüsse . . . . . 345—358
Luczizky W.: Optische Orientierung des Labradors von Labrador . . 191
— Über die Dispersion der optischen Achsen bei den rhombischen Pyroxenen 140
Lukow, Hornblende (A) 271

Magmabasalt, Böhmisches Mittelgebirge 277
Magnesiumammoniumsulfat, Krystalltracht 395
Magnesiumkaliumsulfat, Krystalltracht 380
Mellit 120
Mesolith 327
Mikrolith 136
Milch L.: Über die chemische Zusammensetzung eines Limburgites, eines phonolithischen Gesteines und einiger Sandsteine aus Paraguay (A) 213
Mineralvorkommen, Böhm. Mittelgebirge 279
Minette s. a. Hornblendeminette.
Mischkrystalle, Erstarrung der — 443, 477
Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft 113, 120, 137, 227, 321
Monazit 135
Morozewicz J.: Über Beckelith, ein Cero-Lanthano-Didymosilikat von Calcium (V) (A) 120
Mrazec L. et L. Duparc: Le Minerai de fer de Troitsk (R) 154

Natrolith 327
— Böhmisches Mittelgebirge 296
— Kontraktionsfiguren 209
Natronmikroklin s. a. Kryptoperthit.
Natronorthoklas s. a. Kryptoperthit.
Nephelinbasalt, Böhmisches Mittelgebirge 276

Digitized by Google

Seite
Nephelinbasanit 278
Nephrit 228, 239
Neue Minerale 114
Neugebauer F.: Über eine neue chemische Untersuchung des Dognácskaits (V) 323
Nickelammoniumsulfat, Krystalltracht 390
Nickelkaliumsulfat, Krystalltracht . . 374
Notizen 140, 339

Oligonspat, Schlaggenwald 335
Oligocän, Böhmisches Mittelgebirge . . 266
Olivin, Böhmisches Mittelgebirge . . 296
— Kapfenstein (A) 315
— Verteilung von Fe und Mg im — und rhombischen Pyroxen . . . 309
— Zonarstruktur an — 482
Orthoklas, Gehalt von — in Plagioklas 528
— und Plagioklas, Krystallisationsfolge von — 519
Optische Achsen: Messung des Winkels der — aus der Hyperbelkrümmung 35 bis 44
Osann A.: Beiträge zur chemischen Petrographie (R) 436

Paraguay, Gesteine von — (A) . . 213
Parisit 135
Pearce F. et L. Duparc: Recherches géologiques et petrographiques sur l'Oural du Nord (R) 153
Pegmatit, Sustenhörner (Aarmassiv) . 106
Pelikan A.: Cordierithornfels aus dem Kontakthofe von Rican s. ö. v. Prag (A) 187
Perimorphose von Fluorit nach einem Karbonat 335
Perthit, Entstehung von 523, 537
Phillipsit 327
— Böhmisches Mittelgebirge 296
Phenakit 332
Phonolith, Böhmisches Mittelgebirge (A) 283
Phonolithgestein, Analyse von — . . 216
Pläner Kalk, Böhmisches Mittelgebirge (A) 259

Seite
Plagioklas, Gehalt von — in Orthoklas 528
— (Labrador), Optische Orientierung . 191
— und Orthoklas, Krystallisationsfolge von — 519
— Zonarstruktur 489
Polykras 136
Polymignit 136
Porphyrit s. a. Dioritporphyrit, Hornblendedioritporphyrit: Labrador-Augitporphyrit.
Positionswinkel φ ρ, Berechnung der — für veränderte Aufstellung . . . 183
Prehnit, Schlaggenwald 337
Pseudomorphose s. a. Perimorphose.
— von Granat nach Vesuvian . . . 336
— von Quarz nach Apophyllit . . . 327
Pyrochlor 136
Pyroxen s. a. Augit.
— (rhombischer), Ausscheidungsfolge 486
Pyroxene (rhombische —), Dispersion 140
Pyroxen, rhomb. —, Kapfenstein (A) 316
— Verteilung von Fe und Mg in Olivin und rhombischem — 309

Quarz, Pseudomorphose von — nach Apophyllit 327
— zwilling nach r = 10 : 157
— Zwillingsgesetze des — 167
Queensland, Zinn, Wolfram 137

Radzein, Apophyllit 129
— Zeophyllit 127
Reaktion, Saure und alkalische — der Minerale 417
Redlich A.: Bergbaue Steiermarks (R) 156
Reich O.: Karl Ernst Adolf v. Hoff, Biographie (R) 155
Rosenbusch E. u. E. Wülfing: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien (R) 246

Samarskit 136
Sandstein, Analyse von 223
Saure Reaktion der Minerale 417
Schiefer, sedimentäre —, Sustenhörner (Aarmassiv) 106

Digitized by Google

Seite

Schiller S.: Über den Gabbro aus dem Flysch bei Višegrad in Bosnien und die Verteilung von Fe und Mg in Olivin und rhombischen Pyroxen enthaltenden Gesteinen . . . 309—320
Schlaggenwald, Minerale von 334
Schmelzpunkte v. Albit und Anorthit 508
Schmelzpunkterniedrigung bei Silikatschmelzen 468
Schwingungsrichtungen ein- und zweiachsiger Krystalle 2
Seisser Alpe, Zeolithe der — 321
Silikate, Saure und alkalische Reaktion der 417
Silikatschmelzlösungen, Gesetze der Krystallisation aus — . . . 437, 463
Skiodromen, Ableitung der Interferenzbilder durch die — . . . . . 1—34
Skogbölit 136
Sodalith, Böhmisches Mittelgebirge . 296
Sodalithtephrit, Böhmisches Mittelgebirge (A) 280
Sommerfeld E.: Eine Verbesserung am Kondensor (V) 329
Speckstein s. a Steatit.
Stabilitätsformen von Mineralien . . 459
Steatit, Böhmisches Mittelgebirge . . 296
Süßwasserkalk, Böhmisches Mittelgebirge 290
Sustenhörner, Gesteine der — (A) 45—112
Synchysit 135

Teallit 114
Tektonik des Aarmassivs 47
Tephrit, Böhmisches Mittelgebirge (A) 280
Tertiärformation, Böhm. Mittelgebirge 265
Tertsch H.: Zur Dispersionsbestimmung 339
Thomsonit 327
— Böhmisches Mittelgebirge 296
— Kontraktionsfiguren 210
Thorianit 136
Tonmergel als Einschlüsse in Nephelinbasalt, Jakuben 145
Trachydolerit, Böhm. Mittelgebirge (A) 280

Seite

Tschermak G.: Lehrbuch der Mineralogie (R) 245
Tschermak G.: Über Zeolithe (V) . . 321
Tuff, Basalt, Böhmisches Mittelgebirge 270
Turmalin, Böhmisches Mittelgebirge . 296
Turon, Böhmisches Mittelgebirge (A) 258
Tysonit 135

Übersättigung und Überkaltung bei Lösungen 447

Vesuvian, Pseudomorphose von Granat nach — 336
Višegrad, Bosnien, Gabbro 309
Vogt J. H. L.: Physikalisch-chemische Gesetze der Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen 437

Wada T.: Beiträge zur Mineralogie v. Japan (R) 156
Washington H. St.: Chemical Analyses of igneous rocks published from 1884—1900 (R) 149
Whewellit 120
Wiener Mineralogische Gesellschaft 113, 120, 137, 227, 321
Wolfram, Queensland 137
Wollastonit, Schlaggenwald 337
Wülfing E. u. E. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien (R) 246

Xenotim 135

Yttrocerit 135

Zenoman, Böhmisches Mittelgebirge . 257
Zeolithe, Kontraktionsfiguren 199
— Seisser Alpe 321
Zeophyllit, Kontraktionsfiguren . . . 207
— Radzein 127
Zinkammoniumsulfat, Krystalltracht . 385
Zinkkaliumsulfat, Krystalltracht . . 367
Zinn, Nord-Queensland 137
Zonarstruktur am Olivin 482
— am Pagioklas 489
Zwilling, Quarz- — nach r = 10 . . 157
Zwillingsgesetze des Quarz 167

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.

Digitized by Google

Quarz vom Oriesenthal
Zwilling nach r = 10

Fig. 1.

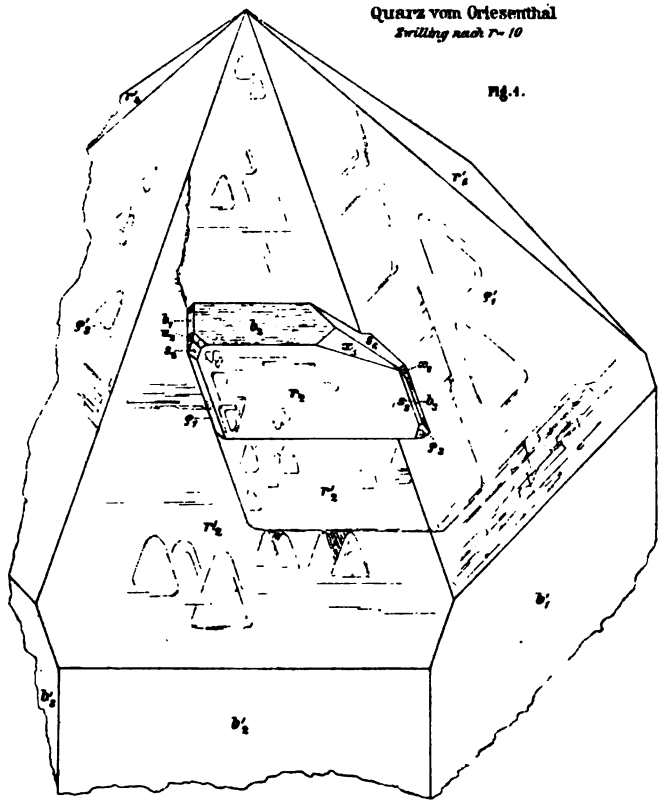
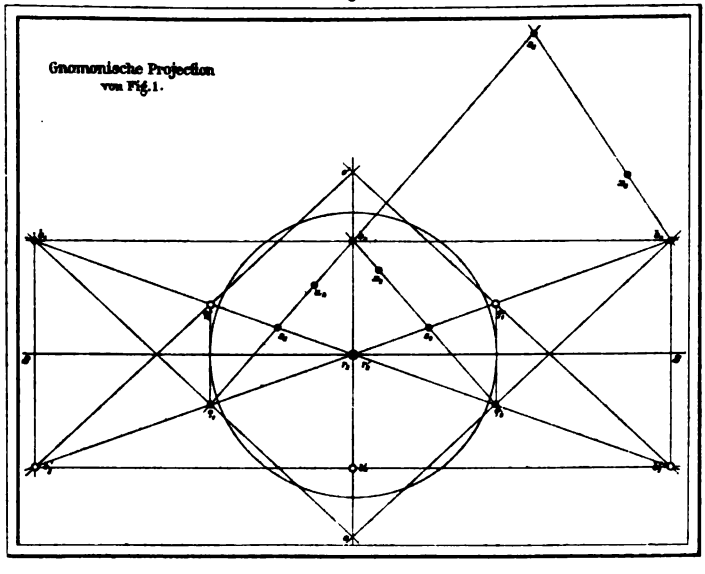


Fig. 2.



V. Goldschmidt gez.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Tschermaks Mineralog. und petrograph. Mitteilungen Bd. XXIV., Heft 3.
Verlag v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.
1905.

Digitized by Google

LIBRARY
OF TH
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Quarz

Fig. 3. Gnomonische Projection

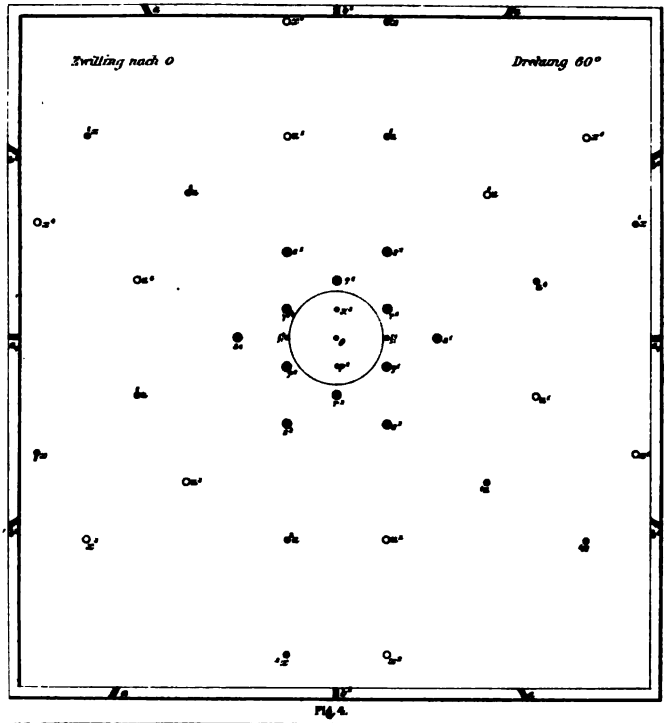
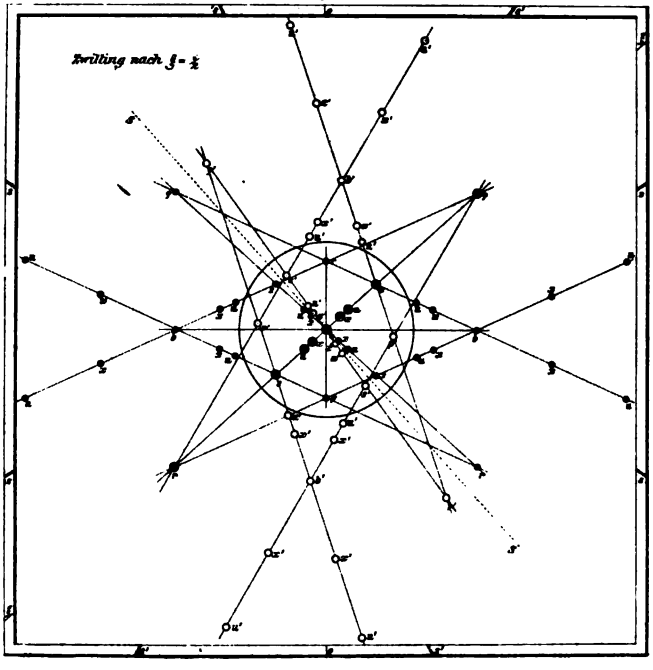


Fig. 4.



V. Goldschmidt gez. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tschermaks Mineralog. und petrograph. Mitteilungen. Bd. XXIV., Heft 3.

Verlag v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

1905.

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

1

2

3

4

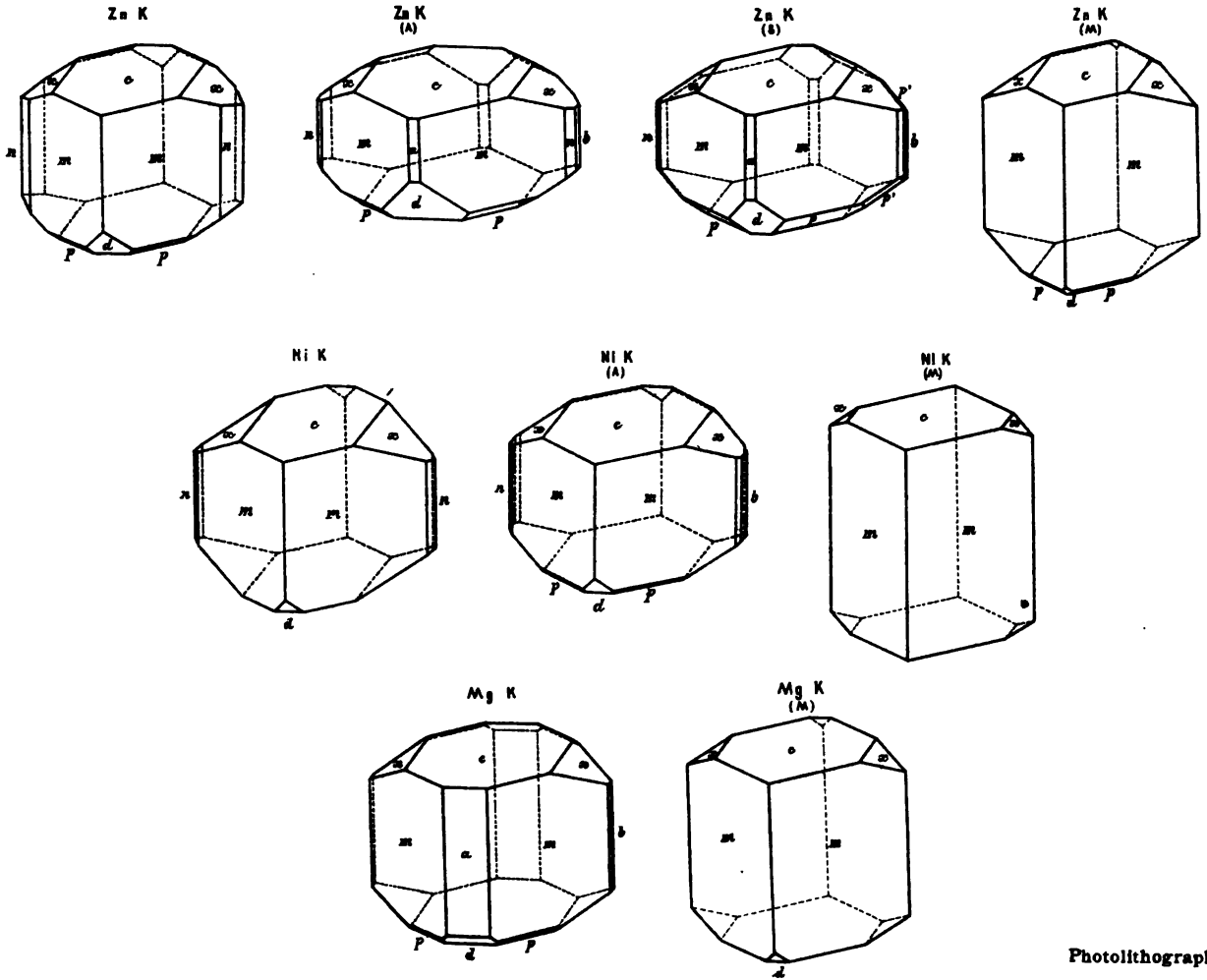
Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tschermaks mineralog. und petrograph. Mittheilungen Bd. XXIV, Heft 3.

Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitized by Google

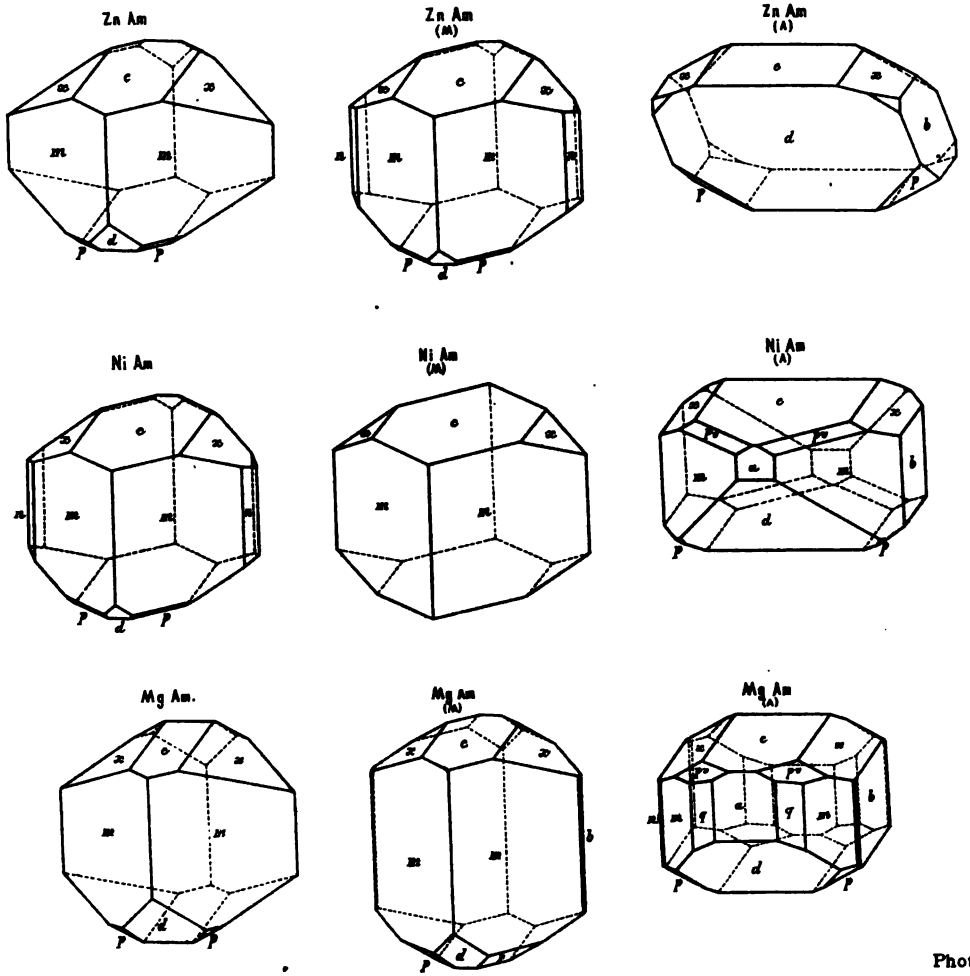
Digitized by Google



Photolithographie Max Jaffe, Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google



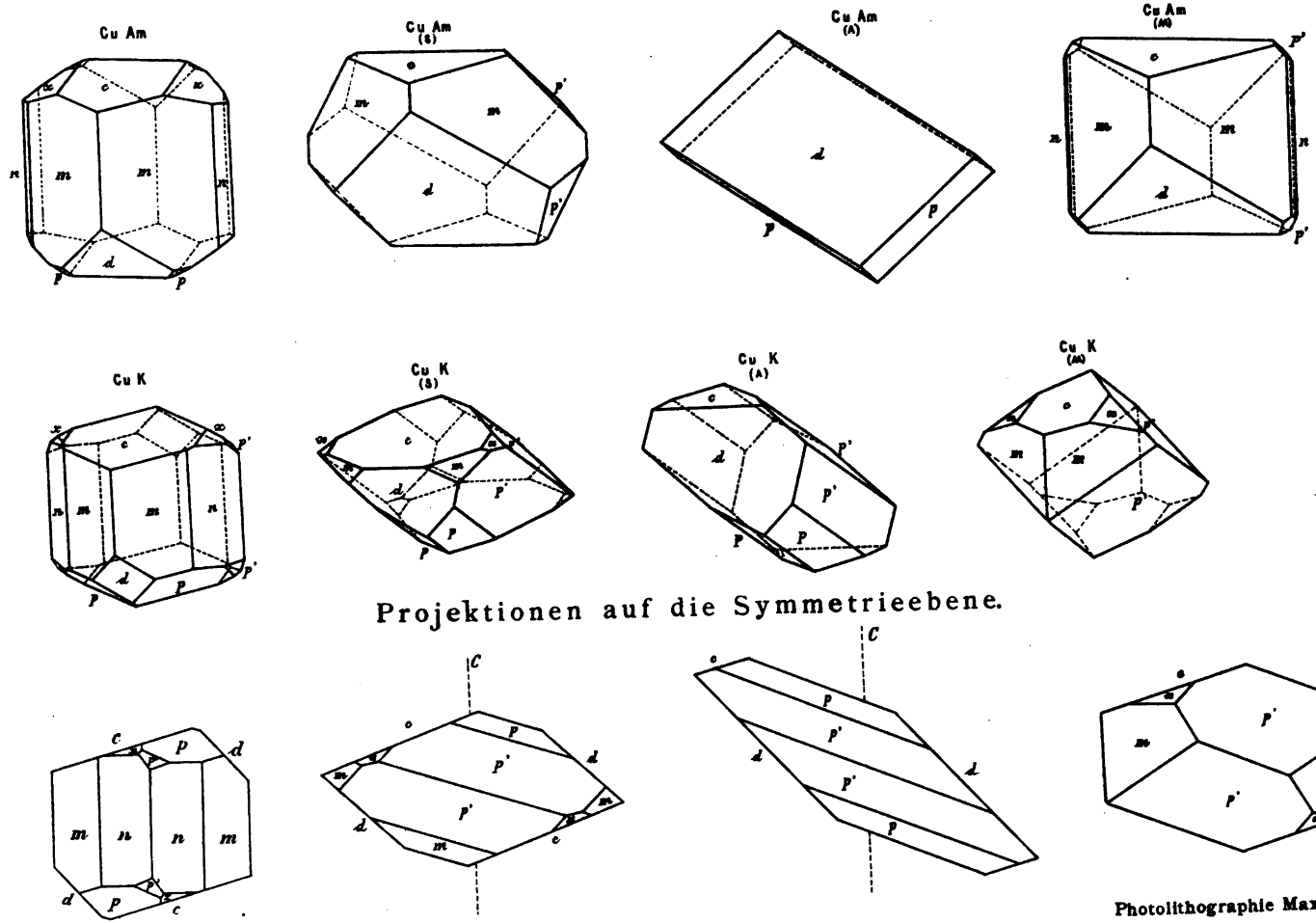
Photolithographie Max Jaffé, Wien.

Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler, Wien.

Digitized by Google

UNIV

Digitized by Google



Photolithographie Max Jaffé, Wien.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY,
BERKELEY

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

Books not returned on time are subject to a fine of 50c per volume after the third day overdue, increasing to $1.00 per volume after the sixth day. Books not in demand may be renewed if application is made before expiration of loan period.

APR 18 1922

20m-11,'20

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

EARTH SCIENCES LIBRARY

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

MAY 2 2 2007

LD 21–50m-4,'63
(D6471a10)476

General Library
University of California
Berkeley